

SÉRIE A n° 551

N° D'ORDRE

1275

THÈSES

PRÉSENTÉES A

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M^{lle} I. de CORDEMOY

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES GENRES *Brassica* ET *Sinapis*.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 28 Juin 1907, devant la Commission d'examen

MM. G. BONNIER.... *Président*
VÉLAIN..... } *Examineurs*
CHATIN..... }

PARIS

BONVALOT-JOUVE, Editeur

15, RUE RACINE, 15

—
1907



Digitized by the Internet Archive
in 2026

SÉRIE A n° 551

N° D'ORDRE

1275

THÈSES

PRÉSENTÉES A

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

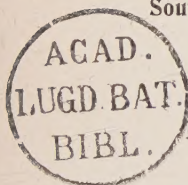
PAR

M^{lle} I. de CORDEMOY

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES GENRES *Brassica* ET *Sinapis*.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 28 Juin 1907, devant la Commission d'examen



MM. G. BONNIER.... *Président*
VÉLAIN..... } *Examineurs*
CHATIN..... }

PARIS

BONVALOT-JOUE, Editeur

15, RUE RACINE, 15

1907

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

<i>Doyen</i>	P. APPELL, professeur.	Mécanique rationnelle.
<i>Doyen honoraire</i>	G. DARBOUX, professeur.	Géométrie supérieure.
<i>Professeurs honoraires</i>	{ L. TROOST. Ch. WOLF. J. RIBAN	
	LIPPMANN . . .	Physique.
	BOUTY . . .	Physique.
	BOUSSINESQ .	Phys. mathém. et Calcul des probabilités.
	PICARD. . . .	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
	H. POINCARÉ .	Astronomie mathémat. et mécan. céleste.
	YVES DELAGE.	Zoologie, Anatomie, Physiol. comparée.
	G. BONNIER .	Botanique.
	DASTRE . . .	Physiologie.
	DITTE	Chimie.
	GIARD	Zoologie. Évolution des êtres organisés.
	KCENIGS. . . .	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN. . . .	Géographie physique.
	GOURSAT. . .	Calcul différentiel et Calcul intégral.
<i>Professeurs</i>	{ CHATIN. . . . PELLAT. . . . HALLER. . . . JOANNIS. . . . JANET WALLERANT . ANDOYER. . . PAINLEVÉ. . . HAUG TANNERY . . . RAFFY HOUSSAY . . . N. N. N. N. PUISEUX . . . LEDUC HADAMARD. . MATRUCHOT . MICHEL DAGUILLON. . BOUVEAULT . BOREL PRUVOT . . . CAULLERY . . 	Histologie. Physique. Chimie organique. Chimie (Enseignement P. C. N.). Physique (Enseignement P. C. N.). Minéralogie. Astronomie physique. Mathématiques générales. Géologie Calcul différentiel et Calcul intégral. Application de l'Analyse à la Géométrie. Zoologie. Zoologie, anatomie, physiologie comparée. Chimie biologique. Physique. Chimie. Mécanique et Astronomie. Physique. Calcul différentiel et Calcul intégral. Botanique. Minéralogie. Botanique. Chimie organique. Théorie des fonctions. Anatomie comparée. Evolution des êtres organisés.
<i>Professeurs adjoints</i>		
<i>Secrétaire</i>	A. GUILLET.	

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MON MAITRE

MONSIEUR GASTON BONNIER

Membre de l'Institut

Professeur de Botanique à la Sorbonne

*Hommage respectueux de
vive reconnaissance*

INTRODUCTION

L'amélioration d'une espèce végétale par la culture n'est poursuivie, généralement, qu'en vue d'obtenir le perfectionnement des qualités que présente l'une quelconque de ses parties. Ainsi le radis, la carotte, la betterave ont été cultivés pour leurs racines ; la canne à sucre pour ses tiges ; les arbres fruitiers, les céréales pour leurs fruits.

Chez certains végétaux on emploie les feuilles ; chez d'autres, on recherche les fleurs.

Le *Brassica oleracea* est, peut-être, le seul exemple d'une plante utilisée complètement et dont chaque groupe de variétés possède des caractères distinctifs.

Du type primitif, qui croit encore à l'état sauvage, sont nées, comme l'on sait, les races désignées sous le nom de choux : choux cabus, choux de Milan, choux de Bruxelles, choux-fleurs, choux-raves, choux-navets, etc., en tout cent vingt-deux variétés, d'après MM. Lund et Kjaerkou, provenant des modifications apportées à la racine, à la tige, aux feuilles, aux bourgeons, à l'inflorescence.

Les nombreuses transformations, si différentes les unes des autres, subies par la plante-mère, montreraient, à défaut d'autres preuves, que celle-ci est cultivée depuis très longtemps.

En effet, les modifications apportées successivement à tous ses membres se sont, bien évidemment, effectuées avec lenteur en donnant naissance à des types, aujourd'hui disparus, qui marquaient des stades intermédiaires entre le *Brassica oleracea* primitif et les choux actuellement connus : c'est une chaîne dont nous ne possédons plus que les extrémités.

La culture a-t-elle modifié l'anatomie des diverses races de choux comme elle en a modifié l'aspect extérieur ?

Existe-t-il encore des caractères communs à tous les choux, permettant de leur attribuer une origine unique ?

Cette dernière considération nous a conduite à étudier quelques *Brassica*, autres que ceux dérivés de l'espèce *oleracea*, et aussi des genres voisins, afin de nous rendre compte des caractères appartenant exclusivement à chacun de ces groupes, et surtout aux choux.

Nous nous sommes principalement occupée des *Sinapis*, si souvent confondus avec les *Brassica*. Certains auteurs appellent, par exemple, la moutarde noire *Sinapis nigra*, tandis que pour d'autres, plus nombreux, elle est le *Brassica nigra*.

Est-il possible d'établir anatomiquement un type *Brassica* et un type *Sinapis* qui puissent contribuer à la classification des végétaux appartenant à l'un ou l'autre de ces deux genres ?

C'est ce que nous nous sommes proposé d'étudier.

Nos recherches ont été dirigées vers les deux buts suivants :

1° Suivre l'évolution d'une espèce végétale sous l'influence de la culture ;

2° Estimer dans quelle mesure l'anatomie végétale peut être appliquée à la classification.

Cette dernière question a déjà été traitée, et particulièrement par M. l'abbé Sarton (1), qui a montré, récemment, tout le parti que l'on peut tirer des caractères anatomiques pour séparer des petites espèces affines.

Quant à la première proposition, qui constitue le sujet même de cette thèse, nous ne croyons pas qu'un travail de ce genre ait jamais été tenté. Les botanistes ont toujours dédaigné l'étude des plantes cultivées, abandonnant aux horticulteurs les recherches sur l'origine des variétés.

Cependant, comme le remarque M. Costantin (2), « il y a grande utilité à tenter le rapprochement des théoriciens et des praticiens. En se connaissant mieux, ils apprendront à s'estimer et à s'aider ».

Notre désir serait que cette modeste étude contribue, pour une part, si minime qu'elle soit, à la réalisation de ce vœu.

1. A. Sarton. *Recherches expérimentales sur l'anatomie des plantes affines*. Thèse de Doctorat, 1905. Paris, Masson et C^{ie}.

2. J. Costantin. *Le Transformisme appliqué à l'agriculture*. Paris, 1906. F. Alcan, p. 4.

HISTORIQUE

Bien que n'étant nulle part cité dans la Bible, le chou, comme légume cultivé, remonte certainement à la plus haute antiquité. Les Grecs et les Romains l'estimaient et Lucien attribue sa naissance à la sueur de Jupiter, origine illustre qui eût dû protéger le pauvre végétal des dictons irrévérencieux où entre trop souvent son nom.

Les vocables mêmes sous lesquels il est désigné prouvent son ancienneté ; ils se ressemblent dans toutes les langues. Notre mot *chou* provient assurément du latin *caulis*, issu lui-même du grec *Καυλος*, tige (1).

Nous trouvons *cavolo* en italien, *col* en espagnol, *caul* en provençal, *couve* en portugais, *carol* en anglo-saxon, *kål* en scandinave, *chol* et *choli* dans l'ancien allemand, *col* et *coilis* en irlandais, *kol* et *kaol* en armoricain ; *carol* et *kohl* dans plusieurs langues latines.

Le slave et le celte l'appellent *kap* ou *kab*, d'où vient peut-être *cabus*, qui peut dériver aussi et plu-

1. Les Grecs avaient plusieurs mots pour désigner le chou en dehors de *Kaulos* ; c'est d'abord *Κοραμβή* et par contraction *Κραμβή*, que nous avons affecté à un autre genre de Crucifères, et les *Ραπυς*, *Ραφς*, *Ραφανος*, *Ραφανις*, dont le sens primordial, plante à racine charnue, a pu s'appliquer aux raves, radis, navets et par extension aux choux. Le chou-rave portait encore le nom de *Γαστορις*.

tôt de *caput* (tête). *Cabbage*, nom anglais du chou, aurait la même étymologie.

D'autre part, le celte le désigne encore sous le nom de *Bresic*, même mot que le *Brassica* latin ; les Espagnols en ont tiré *berza*, qui se prononce également *verza* et les Roumains *varza*.

Tous les auteurs sont d'accord pour faire dériver les diverses variétés de l'espèce sauvage *Brassica oleracea sylvestris*, d'après de Candolle, indigène sur les côtes de diverses contrées européennes et de la France en particulier.

La multiplicité des variétés prouve l'ancienneté de la culture. Cependant la plupart d'entre elles sont relativement récentes. C'est ainsi que Théophraste, qui a vécu de 371 à 286 ou même 264 avant Jésus-Christ, ne signale que trois variétés dans son *Histoire des Plantes*.

La description de l'auteur grec mérite qu'on la reproduise, à titre de comparaison :

« On distingue trois espèces de choux : l'une à feuilles frisées, l'autre à feuilles lisses, la troisième sauvage. Cette dernière a la feuille lisse, mais petite, orbiculée, les feuilles et les rameaux nombreux, le suc âcre et médical, ce qui le fait employer comme purgatif par les médecins. Les deux premières espèces présentent également des différences ; l'une d'elles ne produit pas de graines ou n'en donne que de mauvaises. En général, l'espèce frisée l'emporte par l'efficacité de son suc et l'amplitude de ses feuilles sur l'espèce lisse.

« C'est comme dans les bettes, où la blanche a un suc meilleur et porte moins de graines ; c'est l'espèce dite sicilienne. »

Comme comestible, les anciens ne prisaien guère notre légume, sans doute alors très rudimentaire encore, d'après la description même de Théophraste. Diogène en effet, disait à Aristippe : « Si tu savais manger des choux, tu n'aurais pas besoin de faire la cour aux grands ». A quoi le Cyrénéen, fondateur de l'hédonisme, peu soucieux de faire connaissance avec le système végétarien de son cynique confrère, répondait du même ton : « Si tu savais faire la cour aux grands, tu n'aurais pas besoin de manger des choux ». Seule, la passion de Claude pour le petit salé fut capable de réhabiliter le chou.

C'est au point de vue thérapeutique que triomphait le chou, dont les Grecs faisaient une véritable panacée.

Galien exalte ses vertus médicinales. Il en fut de même chez les Romains, où le Brassica était regardé comme un préservatif de la peste. L'école de Salerne écrivait : *Jus caulis solvit, cujus substantia stringit*. Le jus du chou relâche, sa substance resserre.

Mais une propriété qui lui était unanimement attribuée et qu'il a eu tort de perdre, c'est son efficacité contre l'ivrognerie. Autrement quels beaux carrés cultiveraient les Liges antialcooliques ! La lutte entre le vin et le chou était telle que, disait Théophraste, la vigne s'enfuit à la seule senteur de son ennemi. Aristote (1) donne sur l'action du chou contre

1. Aristote. *Problèmes*, section III, § 17.

l'ivresse l'une de ces explications qui nous semblent si étranges aujourd'hui.

Mais s'il fallait du chou, pas trop n'en fallait, car un proverbe grec disait : Δις Κραμβη θανατος, deux fois du chou, c'est la mort — proverbe formant la contrepartie du *Bis repetita placent* latin.

Juvénal a d'ailleurs formé de ce dicton le vers connu :

Occidit miseros crambe repetita magistros.

Pline (1) rappelle les trois variétés de Théophraste et les décrit d'une façon un peu plus détaillée :

« (La première) est la frisée dite à feuilles de persil, à cause de la ressemblance avec cette plante... La seconde est lisse, à feuilles larges, sortant de la tige, ce qui l'a fait surnommer à grosse tige... La troisième est celle nommée *crambe*, à feuilles plus minces, simples, et très denses. »

D'après le même auteur, Caton distinguait aussi trois variétés : une aux feuilles étalées, à la tige grosse ; l'autre frisée, dite à feuille de persil ; la troisième aux tiges grêles, lisse.

Quant à lui, Pline, il en décrit six : Une dite pommée ; une autre, de Cumès, serait le chou rouge, à la feuille sessile, à la tête étalée ; la troisième, d'Aricie, pas plus haute, mais à feuilles plus nombreuses et plus petites, serait le chou cabus. La quatrième est le chou de Pompéi, plus allongé, à tige mince à la base et qui grossit entre les feuilles, plus rares,

1. Pline. *Histoire naturelle*, livres XIX et XX.

plus étroites. La cinquième se trouve dans les champs Brutiens, du sud de l'Italie ; elle est à feuilles très grandes, à tige mince. La sixième est le chou crépu, de la Sabine, dont les feuilles s'engraissent aux dépens de la tige.

Pline met bien à part notre *Crambé maritime* actuel, sous le nom d'*Halmyridium*.

Il faudrait vingt pages pour traduire toutes les vertus reconnues par Pline au chou.

Tournefort cite vingt variétés du *Brassica oleracea* et de Candolle trente.

On ne sait pas avec exactitude les époques où ont été connues les diverses variétés. Ainsi, on a écrit que le chou-fleur, originaire du Levant, a été apporté en France dans les premières années du xvii^e siècle.

Or, certains traducteurs croient la reconnaître dans le chou de Pompéi, de Pline.

Ce qui est certain, c'est qu'il est cité dans le *Théâtre d'Agriculture et ménage des Champs* d'Olivier de Serres, publié en 1604 :

« Les choux premiers meurs sont les cabus ou pommés... Plusieurs blancs se resserrent au milieu ainsi que cabus... de même avient de certains verts crespés, s'affermisans vers le milieu... Plusieurs autres espèces de chous y a-t-il, presque sauvages, degenerans des bons : comme rouges, tannés, gri-seastres, chous raves, servans plus pour médecine que pour nourriture... outre lesquels les *cauli-flori*, ainsi dits des Italiens, encore assez rares en France,

tiendront rang honorable au jardin pour leur délicatesse. »

La première mention faite des choux par un auteur français date du ^{xii}e siècle : « Dunc commença sun corps durement à grever et les grasses, chous et nes (navets) à user » (Th. le mart.)

Alebrant écrivait à la même époque : « Tot fruit et chol sont mauvais à user. »

On remarque que dans le vieux français, on disait indifféremment *chols*, *chos*, *chous*.

On croit le chou-rave originaire des pays chauds.

Disons enfin qu'on confond sous le nom de *Chou de Chine* le Petsaï, *Brassica sinensis*, et le *Brassica juncea*, cultivés comme légume dans les pays indiens, à la Réunion, etc., et dont l'apparence est absolument celle du colza.

CLASSIFICATION

A.-P. de Candolle a publié sur les *Brassica* une monographie qui a été souvent citée comme un modèle; elle a été abrégée dans le *Prodromus* (I, 213), dont nous extrayons la partie qui concerne notre travail.

Tribu XII (des Crucifères). BRASSICÆ.

Siliqua valvis longitudinaliter dehiscentibus, septo lineari. Semina globosa. Calyx clausus.

SECTION I

Brassica, D. C. Syst. 2, p. 582

Siliqua sessilis, rostro nullo aut conico aspermo superata.

1. — **B. oleracea** (L. Sp. 932). — Foliis polline glaucis subcarinosis repandis lobatisve etiam junioribus glaberrimis. (2) species a vetustissimis temporibus culta et ideo valde polymorpha. D C. Syst. 2, p. 583.

A. — *silvestris*. *B. oleracea*. Huds. Smith. Caulis magis elatior quam in *B. capitata*, humilior et ramosior quam in *B. acephala*. Folia non in capitulum verum collecta. Habitat in rupibus maritimis Angliæ.

B. — *acephala* — caule tereti elongato, foliis expansis, racemis paniculatis.

α) *ramosa*, caule ramoso, foliis sinuato-pinnatifidis.

β) *vulgaris*, caule subsimplici, foliis sinuato-pinnatifidis.

γ) *quercifolia*, caule subsimplici, foliis pinnatipartitis, lobis incis, lobulis oblongis.

δ) *sabellica*, caule subsimplici, foliis sinuato-lobatis, lobis multifidis.

ε) *palmifolia*, caule subsimplici, foliis sinuato-repandis, subbullatis.

ς) *costata*, caule humiliore subramoso, foliis sinuato-repandis, nervis primariis crassissimis.

C. — *bullata*, caule tereti subelongato, foliis junioribus subcapitatis demum patulis bullatis crispatisve, racemis paniculatis.

α) *vulgaris*, capitulis laxis crassis terminalibus-subrotundis.

γ) *major*, capitulo terminali maximo.

δ) *gemmafera*, capitulis minimis plurimis ex axillis foliorum secus caulem elongatum ortis.

D. — *capitata*, caule tereti abbreviato, foliis concavis, non bullatis in capitulum ante florescentiam congestis, racemis paniculatis.

α) *depressa*, foliorum capitulo sphæroides depresso

β) *sphaerica*, » » globoso.

γ) *obovata*, » » obovato.

δ) *elliptica*, foliorum capitulo elliptico.

ε) *conica*, foliorum capitulo ovato-conico.

E. — *caulo-rapa*, caule ad originem foliorum tumido subgloboso.

α) *communis*, foliis planiusculis.

β) *crispa*, foliis fimbriato-crispatis.

F. — *Botrytis*, racemorum pedunculis corymbosis, confertis, ante florescentiam valde carnosis abbreviatis, floribus sæpe abortivis.

α) *cauliflora*, caule humili, foliis oblongis, cæsiis, capitulis crassis terminalibus.

β) *asparagoides*, caule elatiore, foliis cæsiis elongatis, ramulis apice carnosis (floribus abortivis) alabastra minima gerentibus.

2. — **B. campestris** (L. sp. 931). — Foliis polline glaucis subcarnulosis, inferioribus novellis subhis-

pidis ciliatisve lyratis dentatis, cæteris cordato amplexicaulibus acuminatis.

A. — *oleifera*, radice fusiformi exili, caule elongato.

B. — *pabularia*, radice fusiformi exili, caule abbreviato. Rarius culta in Europa.

C. — *Napo-brassica*, radice tumida napiformi. Frequentius culta.

α) *communis*, radice alba, vel subpurpurascente, collo petiolisque subvirescentibus, aut subpurpurascentibus.

β) *Rutabaga*, radice flavescente subglobosa

3. — **B. Rapa** (L.). — Foliis radicalibus lyratis poliline glauco destitutis setoso-scabris, caulinis mediis incisissimis integerrimis lævibus. Patria dubia.

A. — *depressa*, radice subcollo tumida globosa depressa in radiculam tenuem subtus abrupte desinente.

B. — *oblonga*, radice oblonga sensim apice attenuata.

C. — *oleifera*, radice exili.

4. — **B. Napus** (L.). — Foliis glabris polline cæsioglaucescentibus, radicalibus lyratis, caulinis pinnatifidis crenatisque, summis cordato lanceolatis amplexicaulibus, siliquis divaricato patentibus. Patria non satis nota.

A. — *oleifera*, radice exili. Colitur in arvis ad oleum seminibus eliciendum, nunc sub Napellæ hybernæ, nunc sub Colsæ nomine. Sed vera colza est B. campestris oleifera.

B. — *esculenta*, radice fusiformi, sub collo increasata. Est Napus vera cum Napo-brassica et Rapa oblonga sæpe confusa; a priore differt tantum radice crassa carnosa, sæpius alba, nunc flavida seu nigricante.

α) *alba*.

β) *flava*.

γ) *nigricans*.

Ainsi il faut bien distinguer le navet (*Brassica napus*) et la rave (*Brassica rapa*), du chou-navet (*Brassica campestris Napo brassica*) et du chou-rave (*Brassica caulo-rapa*).

AUTRES ESPÈCES ÉTUDIÉES

Brassica sinensis. DC. herbacea, foliis ovalibus subintegerrimis, floralibus amplexicaulibus lanceolatis, calycibus ungue petalorum longioribus. (2) in China.

B. incana (Ten.) pube molli canescens, foliis inferioribus petiolatis lyratis, lobo terminali maximo dentato, caule basi suffruticoso, siliquis glabris rostro quintuplo longioribus (Capri).

Sinapis juncea. L. glabra, foliis inferioribus ovato-lanceolatis, grosse serratis, superioribus lanceolatis integerrimis, ramis fasciculatis, siliquis erectiusculis, stylo subulato-apiculatis.

Sinapis petinensis. Lour. siliquis linearibus glabris, foliis obovatis integris crispis, petiolis subplenis latis.

Les *Brassica* sont caractérisés par le nombre des nervures principales des valves de leurs fruits ; le même caractère les distingue des *Sinapis* :

Fruit à une nervure principale s'étendant d'un bout à l'autre de chaque valve..... *Brassica*

Fruit à trois ou cinq nervures s'étendant d'un bout à l'autre de chaque valve..... *Sinapis*

Les *Brassica* n'ont pas de poils, tandis que les *Sinapis* sont poilus.

Parmi les premiers, les choux ont des étamines peu inégales et toutes dressées ; les sépales dressés, les feuilles épaisses, glauques, sans poils.

Les *Sinapis* ont le calice à sépales étalés ou dressés, avec ou sans poils raides au sommet.

Notons que le Petsai, dit *Brassica sinensis*, a des feuilles poilues et sur chaque valve de son fruit s'étend, d'un bout à l'autre, une nervure principale.

MODE DE VÉGÉTATION

Pour se rendre compte des divers procédés de différenciation qui ont amené la création des variétés de chou, il faut connaître leur mode de végétation.

Dans le type primitif, que nous appellerons chou sauvage, dans les choux verts ou sans tête, la végétation est uniforme. La tige se développe normalement en produisant des feuilles, qui épuisent à mesure les sucs nourriciers.

La végétation des choux cabus ou pommés présente deux phases distinctes : Dans la première, le pétiole et les nervures des feuilles s'épaississent grâce à l'absorption des suc ; les feuilles deviennent charnues et se pressent pour former la tête. Si la végétation continue, l'inflorescence apparaît et tout le réservoir d'alimentation se vide pour le développement des fleurs.

Dans le chou de Bruxelles, les bourgeons situés à l'aisselle des feuilles servent de réservoirs et forment les petites têtes dont s'empare l'alimentation.

C'est dans l'inflorescence au contraire que s'accumulent les suc, durant la première phase de la végétation, dans les choux-fleurs et les brocolis. Le réservoir s'épuise également si l'on permet le développement des fleurs.

Enfin le réservoir se forme au bas de la tige dans le chou-rave et sur la racine dans le chou-navet. L'indication est très nette suivant la présence ou l'absence de feuilles sur le renflement.

Pour De Candolle (1), « dans les *Brassica*, quand la racine ou le bas de la tige sont charnus, les graines n'abondent pas, et il ne vaut pas la peine d'en tirer de l'huile ; quand ces organes sont minces, c'est au contraire la production de graines qui l'emporte et qui décide de l'emploi économique. En d'autres termes, les réserves des matières nutritives se déposent tantôt dans la partie inférieure et tantôt dans la par-

1. De Candolle. *L'origine des plantes cultivées.*

tie supérieure de la plante, l'organisation de la fleur et du fruit restant semblable ou à peu près ».

Les choux sont répartis, comme l'on sait, en un certain nombre de groupes, suivant leurs caractères de morphologie externe. Nous devons à l'obligeance de M. de Vilmorin les descriptions suivantes extraites de son ouvrage *Les Plantes Potagères* :

« Le chou sauvage, tel qu'il existe encore sur plusieurs points des côtes de France et d'Angleterre, est une plante vivace à feuilles lobées, larges, ondulées, épaisses, glabres, couvertes d'une pruine glauque. Sa tige s'élève de 60 centimètres à 1 mètre ; elle est garnie de feuilles entières embrassantes et se termine par un épi de fleurs jaunes et quelquefois blanches. Toutes les variétés cultivées présentent ces mêmes caractères dans leur inflorescence, mais elles offrent, jusqu'à la floraison, les plus grandes différences entre elles et avec la plante sauvage.

« Dans la plupart des choux, ce sont les feuilles qui ont été développées par la culture ; le plus souvent, elles sont imbriquées les unes par-dessus les autres, se rejoignant et se coiffant mutuellement, de manière à former une tête ou pomme plus ou moins serrée, enveloppant le bourgeon central, ainsi que toutes les feuilles les plus jeunes. L'ensemble de ces feuilles affecte une forme sphérique, déprimée ou conique ; on réunit toutes les variétés qui présentent ce caractère sous la désignation générale de choux pommés et les choux pommés en deux classes : choux pommés à feuilles lisses, dits *cabus* (*Brassica ole-*

racea capitata DC.) et les choux à feuilles cloquées ou frisées, désignés sous le nom de *choux de Milan* (*Brassica oleracea bullata* DC.).

« D'autres variétés ont le feuillage très ample ; on les désigne sous le nom de *choux verts* (*Brassica oleracea acephala* DC.).

« Dans d'autres choux, ce sont les pousses portant les parties florales qui ont été modifiées au point de composer une masse épaisse, charnue et tendre, démesurément grossie au détriment des fleurs elles-mêmes, qui avortent presque complètement, mais produisent néanmoins suffisamment des tiges florales propres à la propagation de l'espèce.

« Cette classe de choux a été appelée : *choux-fleurs* et *brocolis* (*Brassica oleracea Botrytis* DC.).

« Dans d'autres, les feuilles ont conservé des dimensions très ordinaires, mais la culture a fait prendre un développement considérable à la tige, qui s'est renflée en boule, ou à la racine principale, qui a pris l'apparence d'un navet. On désigne en conséquence ces derniers sous le nom de *choux-navets* ou *rutabagas* (*Brassica campestris* Napo *Brassica* DC.), tandis qu'on donne aux autres le nom de *choux-raves* (*Brassica caulo-rapa* DC. *Brassica gongyloides* L.).

Il y a enfin des variétés de choux dans lesquelles les modifications résultant de la culture et de la sélection ont porté sur les côtes des feuilles (*choux à grosses côtes*), soit sur les rejets qui se développent à leurs aisselles (*choux de Bruxelles*, *Brassica ole-*

racea bullata gemmifera), soit enfin sur plusieurs organes à la fois (*choux moelliers*, *chou-rave frisé de Naples*).

« Nous ne parlons pas du colza, l'autre race de chou dont le produit utile consiste surtout dans ses graines, et qui doit être rangé parmi les plantes industrielles oléifères. »

Tous les caractères qui viennent d'être énumérés se rencontrent chez les choux cultivés spécialement pour être livrés au commerce ; mais dans les semis que nous avons faits, à plusieurs reprises, en vue de nos recherches, tous les choux ont grandi en présentant un aspect à peu près uniforme ; si bien qu'il était impossible de les distinguer les uns des autres lorsqu'ils n'avaient encore que deux ou trois feuilles.

Plus tard, quelques différences se sont montrées ; mais, outre qu'elles avaient peu de valeur, nous ne nous en sommes pas occupée, voulant nous borner à une étude purement anatomique.

Nous noterons d'ailleurs quelques-unes de ces différences quand l'occasion s'en présentera.

« Il semble bien, dit M. Costantin (1) en parlant du chou, que c'est en Europe que se sont formées les innombrables variétés de cette plante cultivée : d'abord parce qu'on l'y trouve encore à l'état sauvage ; en second lieu, parce que tous les témoignages tirés de l'étude de la linguistique et des écrits

1. J. Costantin, *loc. cit.*

grecs et latins plaident en faveur de cette hypothèse.

« La plante sauvage est spontanée sur le littoral ; on la rencontre principalement sur les bords de la Mer du Nord, de la Manche et l'Atlantique, mais aussi sur les rives de la Méditerranée. Elle est signalée par de Candolle (1) dans l'île de Laland en Danemark, dans l'île d'Héligoland, sur les côtes d'Angleterre, d'Irlande, de la Normandie, des îles anglo-normandes, dans la Charente-Inférieure. A ces stations on peut ajouter celle du Pas-de-Calais, au cap Blanc-Nez, en face des roches de Douvres où le botaniste Morison signalait déjà la plante en 1657.

« Le chou sauvage débute la première année par une rosette caulinare de grandes feuilles glauques pennatiséquées, lyrées, à lobe terminal large. C'est seulement l'année suivante que la tige se ramifie, puis fleurit et donne des graines. La durée de la vie, grâce à la douceur du climat marin, n'est pas interrompue par le deuxième hiver, s'il n'est pas trop rigoureux, et la plante vit trois et quatre ans, fleurissant chaque année, mais n'ayant alors que des feuilles de petites dimensions.

« Ce sont là, comme on le voit, des caractères végétatifs très différents de ceux que l'on connaît pour le chou cultivé dont les variétés sont aujourd'hui si nombreuses. »

1. De Candolle. *L'origine des plantes cultivées*, p. 66 (Bibl. scient. intern. Paris, F. Alcan).

M. Costantin (1), d'accord avec MM. Lund et Kjaerkou, répartit les choux en six groupes :

« 1° *Les choux non pommés* (*Brassica oleracea acephala*), c'est-à-dire les Blätter Kohl des Allemands, les choux cavaliers, à tige allongée, à feuilles étalées. C'est à ce groupe que se rattachent les choux à formes géantes cultivés dans les îles anglo-normandes, notamment à Jersey.

« Le climat marin favorise étonnamment la croissance de cette plante qui dépasse bien souvent la taille d'un homme (il y en a qui arriveraient jusqu'à 5 mètres).

« C'est pour l'alimentation du bétail que cette plante est cultivée et les feuilles sont enlevées au fur et à mesure de l'utilisation. Il se peut que cet effeuillage progressif et continu favorise l'éclosion de nouvelles feuilles et entraîne l'accroissement en longueur de la plante ; c'est là du moins une opinion qui a été émise par Hooker.

« Ce ne sont pas seulement les formes élevées qui doivent être rangées ici, mais aussi les types ornementaux et les nombreux choux à feuilles frisées que la découpe et le coloris du limbe font employer pour la constitution de corbeilles pendant l'hiver.

« 2° Le *chou-rave* (*Brassica oleracea gongyloides*, gon-gylis = rave ronde, radis) est le second groupe dans lequel la variation a porté sur la partie basilaire qui est renflée. C'est le Kohlrübe des Allemands. La tige est courte, renflée en boule à la base.

1. J. Costantin, *loc. cit.*

« 3° Le *chou de Bruxelles* (*Brassica oleracea gemmifera*) a des bourgeons renflés à l'aisselle des feuilles. C'est le chou à rosettes, le Rosenkohl, Brüsseler Sprossenkohl.

« 4° Le *chou pommé frisé* (*Brassica oleracea sabauda*) ou chou de Milan, à feuilles cloquées, bosselées, dont le cœur forme un gros bourgeon ou pomme. En allemand c'est le Welschkohl ou Wirsing.

« 5° Le *chou cabus* (*Brassica oleracea capitata*) ou chou pommé *non frisé* avec un gros bourgeon ou pomme dense de couleur blanche ou rouge. C'est le Kopfkohl ou Kraut des Allemands.

« 6° Enfin le *chou-fleur* (*Brassica oleracea Botrytis*) qui est caractérisé par cette inflorescence monstrueuse, charnue, hypertrophiée, formant une masse énorme de fleurs atrophiées. »

« Toutes ces variations sont remarquables, dit M. Costantin, et il semble, au premier aspect, assez difficile d'admettre qu'on ait affaire à une seule plante indéfiniment modifiée par la culture.

« Cependant, quand on laisse fleurir ces différentes catégories de choux, on s'aperçoit aisément que l'inflorescence, la fleur, le fruit sont partout identiques et se distinguent très nettement des organes semblables des espèces voisines.

« Les étamines sont *peu inégales* et *toutes dressées*; les sépales sont dressés; le fruit mûr est pourvu d'un bec dix fois plus court que le reste du fruit. Enfin,

au point de vue végétatif, les feuilles sont glauques et dépourvues de poils.

« Tandis que dans les types voisins (*Brassica sativa* Clavaud = *Brassica Napus* L. et *Brassica Rapa* L.) les étamines sont *très inégales* et les deux plus courtes *s'écartent fortement en dehors* ».

M. Costantin ajoute, en note :

« D'après Darwin, les fleurs de la variété portugaise *Couve tronchuda* sont blanches, un peu plus petites que celles du chou commun ; dans le *brocoli de Portsmouth*, les sépales sont un peu plus étroits, les pétales plus petits, moins allongés, mais il n'y a aucune différence chez les autres choux. Pour les *siliques*, le même auteur signale quelques différences légères seulement chez le *chou-rave pourpre* qui a les fruits un peu plus allongés, plus étroits qu'à l'ordinaire. Pour les *graines*, Darwin en a recueilli 28 sortes à peu près toutes semblables : dans les divers *Brocolis* et *choux-fleurs* cependant, elles sont un peu plus rouges ; chez le *chou vert d'Ulm*, un peu plus petites ; dans le *chou Bréda*, un peu plus grandes, mais pas plus que celles du chou sauvage du Pays de Galles. »

Les groupements de M. de Vilmorin, dictés par la pratique, diffèrent fort peu de ceux de MM. Lund et Kjaerkou ; nous les trouvons pourtant préférables à ceux de ces derniers auteurs parce que, considérés dans un sens plus large, ils permettent de ne pas séparer les choux-navets des autres choux.

Le nom de *Brassica oleracea bullata* conservé aux

choux de Milan et celui de *Brassica oleracea bullata gemmifera*, que M. de Vilmorin emploie pour désigner le chou de Bruxelles, indiquent bien l'étroite parenté qui existe entre ces deux catégories de choux.

A ce propos, Joigneaux (1) fait la remarque suivante :

Le chou de Bruxelles provient certainement du chou de Milan, et il n'est pas rare dans les semis et les plantations, de rencontrer des pieds qui retournent au type, et dont la cime ressemble parfaitement aux choux de Milan qui n'ont pu former leur pomme. En fendant les petites têtes du chou de Bruxelles, leur intérieur est de même nuance que l'intérieur des choux de Milan ».

Ajoutons de suite que nos recherches confirment cette opinion.

Dans nos semis, les choux de Bruxelles avaient souvent trois cotylédons ; pour le chou de Chine (*Brassica juncea*), non seulement les individus à trois cotylédons étaient nombreux, mais quelques-uns possédaient même quatre cotylédons. Aucune de ces plantes à structure anormale n'a donné de graines dans nos cultures.

Dans une étude comme celle que nous abordons, l'hypothèse joue évidemment un rôle considérable, les caractères de transition s'étant effacés.

Sans doute elle ne saurait reconstituer tous les stades de l'évolution du *Brassica oleracea* sauvage,

1. Joigneaux. *Les Choux* (culture et emploi).

mais nous croyons qu'il n'est pas téméraire d'avancer que si tous les choux dérivent d'un type unique, l'homme, pour son alimentation, a dû chercher, d'abord, à améliorer les feuilles de cette plante primitive.

Remarquant ensuite les renflements qui se manifestent dans la tige ou dans la racine principale de certains choux, il les a transformés en choux-raves et en choux-navets.

Ce n'est qu'en dernier lieu, bien évidemment, qu'il s'est attaqué à l'inflorescence pour obtenir le chou-fleur.

Ces différentes sortes de choux sont certainement nées les unes des autres ; les transformations se sont effectuées peu à peu, sans que l'on ait dû remonter à la plante-mère chaque fois que l'on a voulu obtenir un type nouveau.

La culture a fait apparaître des caractères qui, développés et améliorés, ont produit les diverses variétés actuellement connues.

Ainsi, nous avons étudié de nombreux plants de *Brassica oleracea* sauvage provenant des falaises de Fécamp (1) : aucune dilatation de leur tige ou de leur racine n'indique, en eux, l'ancêtre des choux-raves et des choux-navets. Les caractères qui distinguent

1. Nous devons ces plants et des graines du même *Brassica* à l'obligeance de M. Pierre le Grand, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Bénédictine de Fécamp et de M^{lle} A. Talon, docteur en pharmacie, que nous prions d'agréer tous nos remerciements.

ces deux dernières catégories de choux ont donc été acquis ultérieurement.

Par contre, le chou-fleur possède de petits renflements à la base de sa racine principale, près de l'hypocotyle. Des renflements plus considérables existent également chez le *Brassica juncea*, tantôt à la base du pivot, tantôt, au contraire, à une certaine distance de la partie aérienne de la plante dont ils sont séparés par une racine grêle.

Quant à la dilatation de la tige, elle apparaît, assez peu marquée d'ailleurs, chez le chou-fleur et le chou cabus, surtout le chou cabus de Brunswick.

Nous avons étudié *de la même façon et aux mêmes âges* toutes les plantes, choux ou autres, dont nous nous sommes occupée et nous avons été amenée à réunir nos observations en trois chapitres :

- 1° Développement de l'axe hypocotylé ;
- 2° Développement du pétiole ;
- 3° Développement de la racine principale.

Dans chacun de ces chapitres, nous commencerons toujours par établir les caractères distinctifs du *Brassica oleracea* sauvage, afin de faciliter les comparaisons avec les autres choux ; puis, cet exposé terminé, nous le résumerons en faisant ressortir les différences notées.

Des trois membres de la plante étudiés, c'est l'axe hypocotylé qui nous a semblé être une région de choix pour nos recherches. Là seulement la cul-

ture n'a pas exercé son action déformatrice en vue d'obtenir le développement plus considérable d'une partie de la plante, racine, tige, feuilles, bourgeons, inflorescence ; si bien que la base de l'axe hypocotylé présente, chez tous les choux très jeunes, le même aspect qui est celui du type primitif : aucune altération n'a été introduite par la culture.

Dans le chou-navet, il est vrai, l'axe hypocotylé subit, assez tardivement, une hypertrophie, comme la racine, mais ce phénomène est secondaire, accessoire, le but visé étant le renflement de la racine.

Nous avons négligé l'examen de la forme des feuilles, parce que celles-ci ne pourraient donner d'indications sérieuses que pour comparer deux sortes de choux cultivés *dans un même but*. Ainsi, parmi les choux sur lesquels ont porté nos recherches, on observe une grande analogie de forme entre les feuilles du chou de Milan à grosse côte et celles des choux de Bruxelles ; ces feuilles sont lisses, tandis que celles du chou de Milan petit d'Ulm sont assez frisées, gaufrées.

Toutes ces plantes ont été améliorées *pour leurs feuilles* ou leurs bourgeons, ce qui revient au même ; entre ces feuilles et celles du type primitif, la culture a introduit certainement des modifications profondes.

Chez le chou-navet, le but a été de transformer *la racine* du *Br. oleracea*, au détriment de la partie aérienne de la plante. Comment, alors, comparer les feuilles d'un chou de Milan à celles d'un

chou-navet, puisque dans les deux exemples choisis, la culture ne s'est pas attaquée aux mêmes parties ?

Comment saisir le lien de parenté qui les unit ?

Il en est de même du chou-fleur et du chou-rave.

Aussi avons-nous mieux aimé remplacer l'étude des feuilles par celle des pétioles, ce qui nous a permis de noter à la fois les différences anatomiques et la forme des divers pétioles.

Quant à la couleur des feuilles des différents choux, elle est, en général, d'un vert bleuté. Le bleu est surtout prononcé chez les choux-fleurs et les choux-raves.

La teinte s'atténue avec les choux cabus, choux de Milan, choux de Bruxelles, chou sauvage.

Le vert un peu pâle, tirant sur le jaune, caractérise le chou-navet, le Petsai, le chou de Chine.

Certaines feuilles sont pruneuses surtout à la face inférieure ; ce sont principalement le chou-fleur et le chou sauvage qui présentent ce caractère.

Ajoutons que le Petsai et le chou-navet ont des feuilles velues.

Dans notre étude nous commencerons toujours, pour les choux, par décrire une plantule très jeune dont les cotylédons sont, généralement, *encore accolés par leur face supérieure* ; puis, si c'est nécessaire, nous examinerons un type plus âgé.

Il y a quelques plantes dont nous n'avons parlé que dans un seul des chapitres de cet ouvrage : c'est qu'alors les autres caractères nous ont semblé peu importants.

CHAPITRE PREMIER

DÉVELOPPEMENT DE L'AXE HYPOCOTYLÉ

Chez les Brassica comme chez les Sinapis, l'axe hypocotylé est, comme l'on sait, très long, et atteint généralement 5 à 6 centimètres. Il est d'un vert tirant sur le jaune et complètement glabre, excepté chez le *Sinapis alba* où il est couvert de poils renversés.

Les cotylédons sont grands, cordiformes et d'un vert un peu plus intense.

Pour trouver, dans l'axe hypocotylé, des différences entre les divers choux, il convient d'étudier des plantules très jeunes, chez lesquelles les faisceaux de bois et de liber présentent encore la disposition alterne.

Après bien des recherches, il nous a semblé que la plantule récemment germée et dont les cotylédons sont encore accolés par leur face supérieure, présentait, pour l'étude, les meilleures conditions. A cet âge, non seulement les faisceaux sont séparés les uns des autres sans être plus ou moins réunis par une assise génératrice, mais les tissus sont bien différenciés et ont acquis la forme qui caractérise chacun d'eux.

Une série de coupes montre que la structure alterne occupe les $6/7$ à peu près, de l'axe hypocotylé, lorsque celui-ci a atteint tout son développement ; la moelle n'apparaît que dans le $1/7$ de la partie supérieure. Ceci est général pour toutes les plantes dont nous nous sommes occupée, le crambe excepté.

Brassica oleracea. — Chez le type sauvage, les différents tissus conservent assez longtemps la forme qui les caractérise, sans qu'elle soit sensiblement altérée par le cloisonnement de cellules destinées à former une assise génératrice.

Dans une plantule dont l'axe hypocotylé et les cotylédons n'ont pas encore atteint tout leur développement, une coupe transversale faite à la base de l'hypocotyle permet de voir les tissus suivants, en allant de la périphérie vers le centre (fig. 1) :

1° Un épiderme *ep*, à parois peu épaissies, même extérieurement ; les cellules qui le composent sont allongées radialement et pressées les unes contre les autres. De distance en distance quelques-unes de ces cellules *cs*, plus grandes que les autres, font saillie vers l'extérieur ; il peut s'en trouver deux juxtaposées. Elles affectent généralement la forme d'un triangle équilatéral à angles arrondis, l'un de ces angles étant tourné vers l'intérieur : chacune d'elles s'insère comme un coin entre ses deux voisins.

En arrachant un lambeau d'épiderme de l'axe hypocotylé et en l'observant au microscope, après l'avoir étendu à plat sur une lame porte-objet, on

constate qu'il est composé d'éléments fusiformes séparés les uns des autres, dans le sens longitudinal, par des cloisons obliques ; celles-ci n'arrivant pas toutes au même niveau, une section faite selon

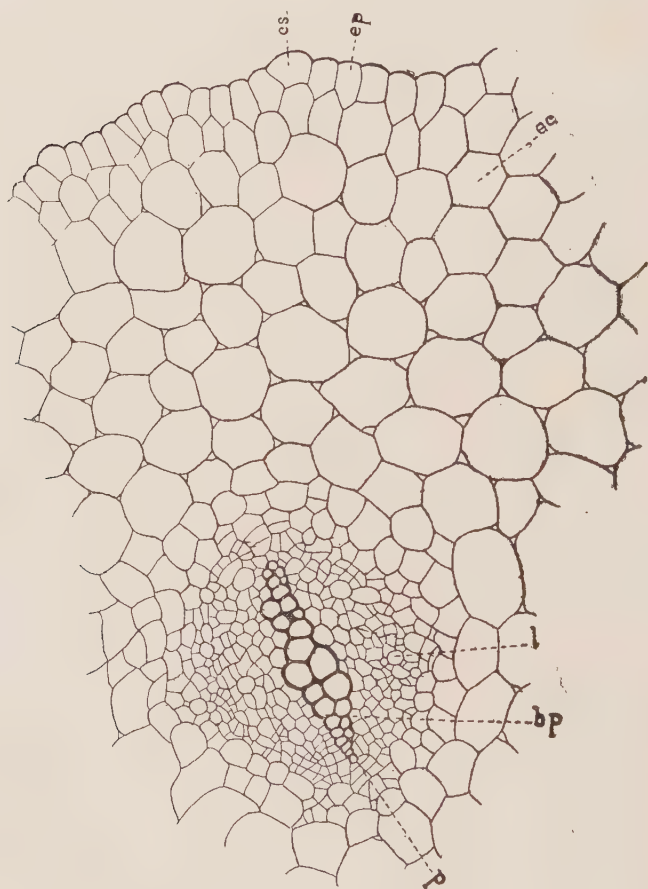


FIG. 1. — G. 150.

A B (fig. 2) atteindra la cellule *a* dans sa partie la plus renflée, tandis que *b* et *c*, coupées vers leur extrémité amincie, présenteront, en plan, un diamè-

tre plus restreint. Cela est surtout visible dans des plantules un peu plus âgées, quand les cellules épidermiques, moins pressées les unes contre les autres, offrent une section transversale plus ou moins circulaire.

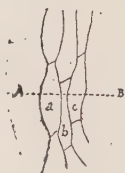


FIG. 2. — (Schéma).

2° L'assise sous-épidermique possède des éléments encore un peu allongés dans le sens radial, mais plus grands que ceux qui les bordent extérieurement. Au-dessous de chaque cellule épidermique saillante, l'assise sous-jacente fournit une cellule plus large que les autres.

3° L'écorce comprend plus ou moins six rangées de cellules dont les plus volumineuses occupent à peu près le milieu du parenchyme cortical.

Elles ont des parois minces et laissent entre elles de nombreux méats ; elles sont à contour presque arrondi (fig. 1).

4° Le cylindre central est limité par un endoderme dont les cellules sont plus petites que celles de l'écorce.

5° Le péricycle *p* divise ses cellules tangentielle-ment, dans le prolongement des faisceaux ligneux primaires, et devient ainsi triple.

Le cylindre central affecte la forme d'un ovale assez régulier ; les deux faisceaux ligneux primaires

s'unissent par des vaisseaux lignifiés, de façon à constituer une bande continue ; les éléments du bois, à fortes parois, et dont le diamètre augmente de la périphérie vers le centre, sont placés à la file les uns des autres, sur un seul rang, du moins à l'origine, car on en voit ensuite quelques-uns se différencier latéralement. Au centre du cylindre central sont deux gros vaisseaux juxtaposés. La lame ligneuse primaire coïncide avec la direction du grand axe de la coupe transversale du cylindre central.

Aux extrémités du petit axe de la même coupe elliptique, se trouvent les faisceaux libériens alternant avec les groupes ligneux.

Dans l'espace compris entre ces deux dernières catégories d'éléments, on voit des cloisonnements de cellules destinés à produire une assise génératrice.

Extérieurement au bois primaire, des cellules sont disposées en éventail ; elles proviennent du déboulement du péricycle.

Toute cette structure du cylindre central de l'axe hypocotylé est semblable à celle d'une racine.

Une section transversale de la partie supérieure de l'hypocotyle, *un peu au-dessous du point où la moelle apparaît*, montre (fig. 3) que les faisceaux du bois primaire ne se rejoignent plus au centre du cylindre central comme dans la figure 1 ; ils sont séparés par un parenchyme identique à celui qui les borde latéralement.

A un niveau encore plus élevé, les masses libé-

riennes s'allongent un peu ; le métaxylème se développe dans une direction oblique, pour se rapprocher du liber.

La disposition des faisceaux est toujours alterne.

Dans la figure 3, qui reproduit une section faite au-dessous du point où apparaît la moelle, le liber, massé en deux groupes plus ou moins triangulaires, est plus important que dans la figure 1 ; l'un des sommets de chacun des triangles fait saillie vers l'extérieur, ce qui empêche le cylindre central d'avoir une forme ovale régulière.

Des cellules se cloisonnent tangentiellement dans

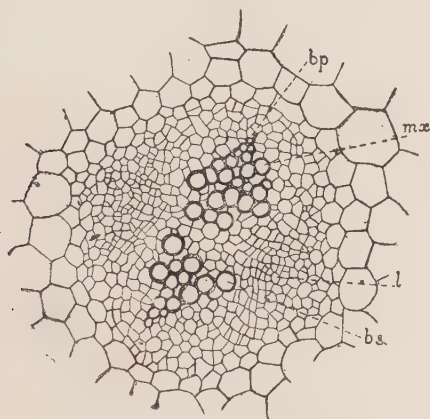


FIG. 3. — G. 150.

l'espace compris entre les groupes ligneux et libériens ; on voit même quelques cloisonnements au delà du bois primaire. Il se constitue ainsi une assise génératrice sinueuse ; c'est une sorte d'ellipse ayant subi un étranglement perpendiculairement à son grand axe.

Les autres tissus n'ont pas varié ; le parenchyme cortical est assez mou et s'écrase facilement.

Une coupe, pratiquée presque au niveau de l'insertion des cotylédons, montre que les faisceaux ligneux s'écartent de plus en plus l'un de l'autre, tandis que les arcs libériens s'allongent beaucoup ; puis chaque faisceau de bois pénètre entièrement dans le cotylédon vis-à-vis duquel il se trouve, accompagné, de chaque côté, par les deux demi-arcs libériens qui l'avoisinent.

Ceux-ci se scindent donc en deux parties. Nous verrons, au cours de cette étude, que ces arcs se reconstituent plus ou moins rapidement.

Dans une plantule à peine plus âgée que celle qui vient d'être décrite, et chez laquelle, entre les pédicelles des cotylédons, la gemmule apparaît sous la forme d'un très petit bourrelet à peine visible à l'œil nu, des coupes pratiquées comme pour la plantule précédente et dans les mêmes régions, montrent des changements survenus dans l'appareil conducteur. Les autres parties de l'axe hypocotylé varient peu : nous indiquerons, d'ailleurs, les modifications au fur et à mesure qu'elles se produiront.

A la base du cylindre central, la disparition de tous les premiers vaisseaux du bois à direction centripète est à peu près complète ; seul le centre de la bande ligneuse primitive subsiste.

De gros vaisseaux de bois se sont différenciés suivant la direction centrifuge, de part et d'autre du bois primaire, vis-à-vis des faisceaux de liber.

Le cloisonnement des cellules en assise génératrice est peu actif, mais s'étend d'un bout à l'autre de la section transversale du cylindre central. La forme ovale de celui-ci est moins accentuée que chez une plantule plus jeune.

La figure 4, représentant une coupe faite à la partie supérieure du même axe hypocotylé, laisse voir la disparition presque totale du bois primaire et d'une partie du métaxylème. Les vaisseaux de bois secondaire sont plus nombreux, mais de plus faible calibre que ceux de la base du cylindre central.

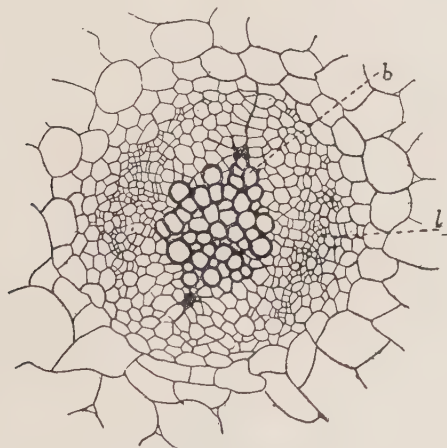


FIG. 4. — G. 150.

Le liber, au lieu d'être disposé en masses compactes et triangulaires, s'étend et forme deux bandes assez allongées.

Les éléments libériens apparus les premiers se résorbent aussi et, à leur place, sur le bord externe

des faisceaux libériens, se montrent des vestiges de cellules disparues.

Le cylindre central présente un contour presque circulaire.

Les productions secondaires sont, en définitive, assez peu développées.

La structure superposée est acquise, tandis que les faisceaux sont encore alternes, au même niveau, chez la plantule précédemment étudiée.

Un peu au-dessous du point d'insertion des pédi-
celles des cotylédons, une coupe transversale montre que les groupes ligneux se sont fortement écartés l'un de l'autre, entraînant avec eux les deux demi-faisceaux libériens qui les avoisinent.

Les deux moitiés de chaque arc libérien sont réunis par une assise génératrice, de sorte que ces arcs paraissent toujours entiers.

Chez certains choux, comme nous le verrons plus loin, les faisceaux libériens tendent à rester divisés ; chez d'autres, la division persiste longtemps.

La moelle, composée de cellules très allongées dans le sens du plus grand diamètre du cylindre central, a pris plus d'extension. La coupe entière a une forme ovale, la plus grande dimension étant, parallèle à une droite passant par les faisceaux ligneux.

L'écorce est plus ferme qu'à la base de l'axe hypocotyle ; les cellules épidermiques sont plus saillantes.

Les noyaux deviennent plus apparents et plus gros au sommet de l'hypocotyle, et surtout dans les cotylédons, que dans la partie la plus rapprochée de la radicule.

Une coupe faite un peu au-dessus de la précédente laisse voir les cotylédons sur le point de se séparer du reste de la plante ; ils se touchent encore par leurs extrémités et, entre eux, apparaît une petite tige.

Les faisceaux ligneux et les extrémités des arcs libériens primaires ont pénétré dans les cotylédons ; il ne reste donc, dans la tige, que les formations produites par l'assise génératrice.

A la partie supérieure de l'axe hypocotylé, dans la région où, sur une section transversale, on voit les bords des cotylédons commencer à se séparer l'un de l'autre, sur la ligne même de séparation, c'est-à-dire perpendiculairement au plus grand diamètre du cylindre central, le tissu cortical devient lacuneux et composé de petites cellules ; ailleurs le parenchyme de l'écorce ne comprend que de grandes cellules laissant entre elles peu de méats.

Cette structure lacuneuse d'une partie de l'écorce de l'axe hypocotylé se retrouve chez tous les choux.

Nous avons déjà assisté à la disparition progressive du bois et du liber primaires et même d'une partie du métaxylème ; nous avons constaté qu'à un certain niveau de l'hypocotyle les faisceaux ligneux et libériens passaient entièrement dans les cotylédons.

Les éléments conducteurs de la tige seront donc absolument nouveaux, et ne contiendront aucun vaisseau provenant de la structure alterne primitive de l'axe hypocotylé.

Si maintenant nous voulons suivre le développement des formations secondaires dans une plante

ayant un petit bourgeon et une petite feuille longue à peu près de 1 centimètre, une section transversale de la base de l'axe hypocotylé permet de voir la disposition suivante :

Au milieu du cylindre central, dont le contour est circulaire, persiste le centre de la lame ligneuse primaire ; il est environné de toutes parts d'éléments de bois à fortes parois, allongés dans le sens radial ; mais les gros vaisseaux de bois plus ou moins ronds sont presque tous massés selon une droite perpendiculaire au milieu de la bande ligneuse primitive.

Quelques-uns de ces gros vaisseaux se montrent pourtant, au delà des vaisseaux primaires les premiers formés. Cet ensemble est bordé, extérieurement, d'une zone de cellules provenant du cloisonnement actif de l'assise génératrice, cellules à parois minces et aux dépens desquelles se différencieront, à l'intérieur, les vaisseaux du bois. Cette zone est plus épaisse dans la région occupée antérieurement par les faisceaux libériens primaires.

Au même endroit, la production du liber est plus abondante qu'ailleurs.

Les cellules du parenchyme cortical, grandes et à parois minces, s'aplatissent et se replient sur elles-mêmes au voisinage du cylindre central ; le liber, en s'accroissant, les refoule et les digère.

Les cellules de l'épiderme ne sont plus aussi renflées au milieu ; leur diamètre transversal tend à

devenir uniforme; aussi les cellules saillantes se voient-elles moins.

La paroi extérieure des cellules épidermiques est assez épaissie. Les éléments de l'assise sous-épidermique sont toujours allongés dans le sens radial.

Dans la figure 5, photographie d'une coupe pratiquée à peu près au même niveau que la section repré-

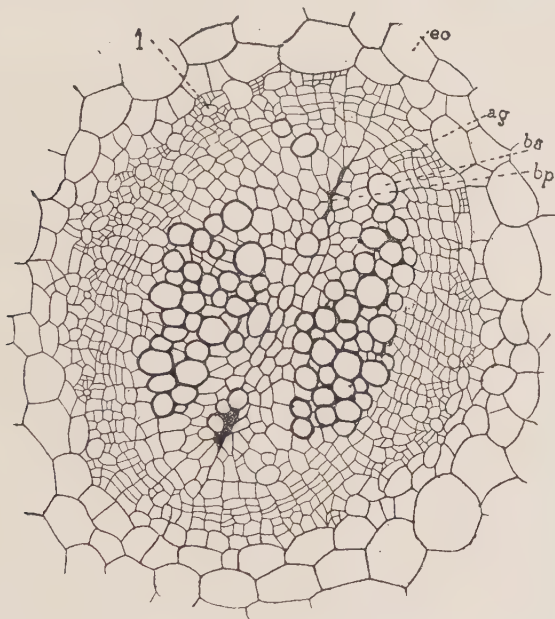


FIG. 5. — G. 150.

sentée par la figure 3, on remarque un étirement de tout le cylindre central dans une direction parallèle à celle des faisceaux ligneux primaires; ceux-ci ont disparu, et dans leur prolongement on voit une bande composée de trois ou quatre rangées de vaisseaux de métaxylème et de bois secondaire, pressées les unes contre les autres.

La résorption est déjà presque complète aux extrémités de la bande où il n'existe plus qu'un bourrelet formé par les débris des éléments disparus.

Le calibre des gros vaisseaux du bois est moins considérable qu'à la base de l'hypocotyle.

La zone de cellules en voie de cloisonnement est aussi moins épaisse, et elle s'étend d'un bout à l'autre du cylindre central, enveloppant complètement les anciennes formations ligneuses primaires.

Dans la figure 5, l'espace occupé par le cylindre central est moins considérable qu'à la base du même axe hypocotylé, où la section transversale du cylindre central est à peu près circulaire; les deux diamètres de la coupe sont presque égaux et sont supérieurs aux deux axes de l'ellipse de la figure 5. A ce moment l'ensemble de l'appareil conducteur est donc plus important à la base de l'axe hypocotylé que vers le haut du même axe.

Dans une région située un peu au-dessus de la précédente, la résorption de la bande qui occupait le milieu du cylindre central est achevée.

Au centre de la coupe apparaissent des cellules à parois très minces, qui sont les premières cellules de la moelle.

L'assise génératrice fonctionne activement; la production de liber est abondante, surtout à la place occupée précédemment par le liber primaire.

Le cylindre central a une surface bien plus considérable que dans la figure 5.

Une section transversale faite près du point d'in-

section des cotylédons montre que ce cylindre central s'étend encore davantage.

Dans un *Brassica oleracea* un peu plus âgé et comportant deux cotylédons, deux feuilles assez développées et un bourgeon, les coupes, faites comme ci-dessus en trois régions de l'axe hypocotylé, sont représentées, de la base au sommet, par les schémas 6, 7, 8.

Le premier montre un développement considérable du cylindre central dans une direction *perpendicu-*

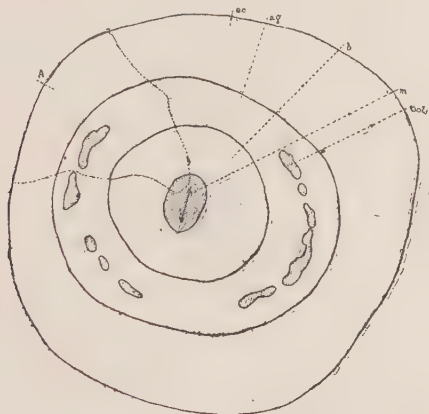


FIG. 6. — G. 20.

laire à celle des faisceaux primitifs (flèche centrale); ceux-ci, si nettement dessinés dans une plantule plus jeune, ont à peu près disparu : il n'en reste que des vestiges dans le parenchyme occupant le centre de la figure. Le métaxylème et les premiers vaisseaux du bois secondaire n'existent également plus. Autour de la portion centrale *m* du cylindre central est une zone de petits éléments *b* à parois épaisses, au milieu des-

quels se différencient çà et là de gros vaisseaux de bois.

Une deuxième zone *ag* de cellules à parois minces entoure la première ; elle est beaucoup plus large vis-à-vis des anciens faisceaux libériens. C'est elle qui donne au cylindre central sa forme ovale. Enfin une bande de liber circonscrit l'ensemble du système vasculaire. "



Fig. 6. — bis. — Reproduisant la région A pointillée de la fig. 6. G. 25.

A la limite du bois et du liber secondaires se différencient de gros vaisseaux groupés par petits amas ou placés à côté les uns des autres de façon à former un arc de cercle.

L'écorce, partie passive de l'axe hypocotylé, est de plus en plus absorbée par l'appareil conducteur qui en est la partie active.

La figure 7 diffère de la précédente par plusieurs points. Le parenchyme central est plus étendu que dans la figure 6.

La zone *b* de petits éléments ligneux affecte la forme

d'un rectangle aux angles arrondis, au lieu d'être à peu près circulaire ; elle est aussi moins épaisse.

L'assise génératrice *ag* fournit des formations un peu plus considérables vis-à-vis des anciens faisceaux libériens ; mais cet épaissement n'est nullement

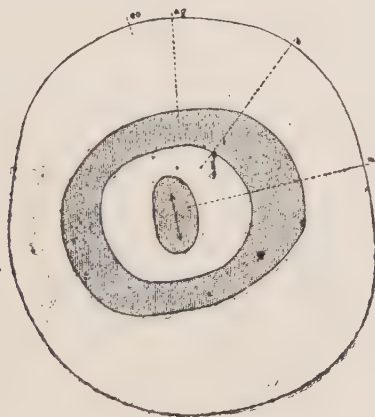


Fig. 7. — G. 20.

comparable à celui de la figure 6. De rares vaisseaux se différencient à la limite du bois et du liber. L'ensemble du cylindre central présente l'aspect d'un rectangle aux angles fortement arrondis et sa surface est moins étendue que celle de la figure précédente. Les cellules de l'écorce sont peut-être aussi un peu plus petites. Les cellules saillantes de l'épiderme sont plus apparentes.

Enfin, à la partie supérieure (fig. 8), le cylindre central reprend la forme d'une ellipse dont le grand axe est parallèle aux anciens faisceaux ligneux primaires, maintenant disparus ; le sommet de l'axe hypocotylé

conserve donc la forme primitive, celle que l'on trouve dans la figure 1.

Le grand axe de l'ellipse de la partie supérieure du cylindre central de l'axe hypocotylé est *perpendiculaire* sur celui de l'ellipse de la base du même cylindre central.

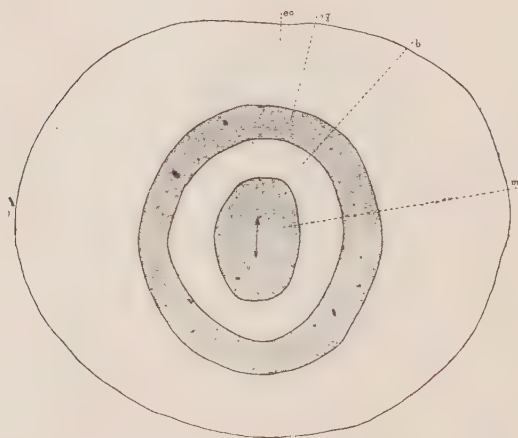


FIG. 8. — G. 20.

Aux extrémités du grand axe de la première et à l'intérieur des formations ligneuses secondaires, se trouvent deux amas de petits vaisseaux à moitié résorbés, séparés par un mince bourrelet. Celui-ci marque la place du bois primaire qui se rendait dans les cotylédons et les amas ne sont autre chose que le bois secondaire et le métaxylème des mêmes cotylédons: tous les vaisseaux sont en train de disparaître et les cotylédons ne pouvant plus recevoir de nourriture, ne tardent pas à se flétrir et à tomber.

Les éléments ligneux et libériens fournis par l'assise génératrice du cylindre central ne sont pas en relation avec les faisceaux libéro-ligneux des cotylédons ; ceux-ci, en effet, n'ont pas besoin d'un système vasculaire durable, puisque leur existence est de courte durée.

Le mode de chute des cotylédons n'est donc pas le même que celui des feuilles ; le dépérissement des premiers provient uniquement de la disparition de l'appareil conducteur primaire de l'axe hypocotylé dont ils dépendent.

Le liber du cylindre central de l'hypocotyle est bordé extérieurement de fibres aux parois épaissies mais non lignifiées.

La figure 9 reproduit une section faite dans le pédicelle d'un cotylédon complètement développé.

Deux faisceaux libéro-ligneux *l*, *b*, sont séparés, dans la nervure médiane, par un tissu à parois fortes mais non lignifiées.

Des fibres à membranes cellulosiques bordent extérieurement le liber de chaque faisceau et le réunissent sur la partie dorsale.

On retrouve ces fibres dans les faisceaux de la tige et jusque dans les nervures des feuilles.

Les faisceaux libéro-ligneux des nervures latérales des cotylédons du chou sauvage proviennent de ramifications de ceux de la nervure médiane.

Le parenchyme des cotylédons est composé des mêmes cellules que l'écorce de l'axe hypocotylé ; l'épiderme est identique et présente également

des cellules saillantes, surtout du côté dorsal.

Cet épiderme nous paraît la continuation de celui de l'embryon ; il vient se terminer dans les cotylédons, mais le passage de l'épiderme primitif à celui de la tige ne se fait pas brusquement.

A la partie supérieure de l'axe hypocotylé, dans la région où les cotylédons commencent à devenir indépendants, aux extrémités de la section des cotylédons, sur la face interne, les cellules saillantes disparaissent peu à peu et font place à des éléments plus petits, semblables à ceux de l'épiderme de la tige.

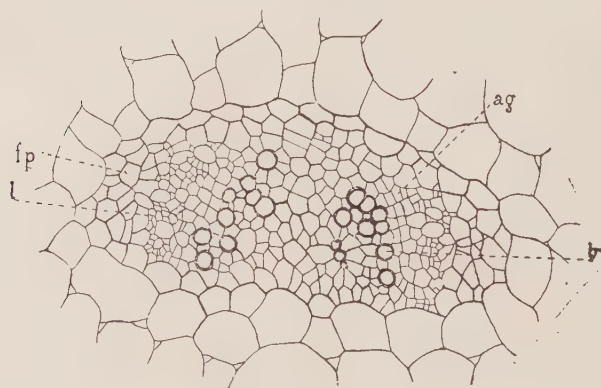


FIG. 9. — G. 150

De même on observe un passage graduel entre l'écorce primaire de l'hypocotyle et celle de la tige.

Cette écorce de l'axe hypocotylé se termine dans les cotylédons et une section transversale de la tige proprement dite montre une structure différente de celle que nous venons de voir.

A partir du nœud cotylédonnaire, la plante est définitivement différenciée en tige et racine. Tous les

tissus primaires ont disparu successivement. Le cylindre central s'est transformé le premier ; puis l'écorce et l'épiderme de la jeune plantule ont pénétré entièrement dans les cotylédons. La tige, au dessus des cotylédons, ne renferme donc que des éléments nouveaux.

On peut en conclure que l'axe hypocotylé et les cotylédons ne sont qu'une *région où s'achève la différenciation de l'embryon* ; leurs différents tissus disparaissent ensuite successivement, lorsque la plante a acquis sa structure normale.

L'axe hypocotylé, prolongement de l'embryon et les cotylédons qui en dépendent et ne renferment que des éléments provenant de l'embryon et par conséquent de la graine, constituent donc un intermédiaire entre la graine et la plante.

Il y aurait, peut-être, un rapprochement à faire entre le protonéma des mousses, le thalle des Hépatiques, le prothalle des fougères et l'axe hypocotylé des plantes supérieures, en notant toutefois cette différence que les trois premiers naissent de spores, tandis que le dernier provient d'un œuf. Mais tous n'ont pour but que de permettre le passage d'un état à un autre.

Comparant les figures 1 et 3, on voit dans cette dernière tous les tissus du cylindre central plus largement représentés que dans la première ; les gros vaisseaux de bois, à direction centripète, occupant le centre de la figure 1, ne se forment plus ; les autres vaisseaux,

constituant la lame ligneuse primitive, diminuent de calibre.

La différenciation du métaxylème se fait obliquement, les deux groupes ligneux primitifs s'écartent de plus en plus l'un de l'autre à mesure qu'ils s'éloignent de la radicule, puis pénètrent dans les cotylédons.

A un stade plus avancé, le bois primaire et le métaxylème disparaissent. Le cylindre central continue à augmenter de diamètre de la base au sommet ; il a, par suite, la forme d'un tronc de cône à bases elliptiques parallèles, la plus petite base étant près de la radicule.

Sur une plante plus âgée, les deux extrémités de l'hypocotyle s'évasent, tandis que la région représentée par la figure 3, région située un peu au dessous du point où la moelle commence à se montrer, reste à peu près stationnaire ; il se produit ainsi une sorte d'*étranglement* du cylindre central. Celui-ci peut alors être représenté par deux troncs de cône accolés par leur petite base plus ou moins circulaire, tandis que les grandes bases sont des *ellipses dont les grands axes sont normaux entre eux*.

Au sommet, l'ellipse a tous ses éléments parallèles à ceux de l'ellipse primitive ; à la base, ils lui sont, au contraire, perpendiculaires. Deux sens de différenciation des formations secondaires semblent alors exister dans le cylindre central : l'un, *ascendant*, de l'étranglement vers la partie supérieure de la plante ; l'autre, *descendant*, de l'étranglement vers la racine.

On a vu que dans la partie inférieure du même cylindre central, les formations libéro-ligneuses, dues à l'assise génératrice, sont de plus en plus considérables à mesure que l'on se rapproche de la racine et, qu'en outre, ces formations sont surtout abondantes vis-à-vis des anciens faisceaux libériens primaires.

Au-dessous du point où apparaît la première radicle, les productions secondaires sont beaucoup moins développées.

La région d'où partent les deux sens de différenciation, où s'annule la forme elliptique du cylindre central, constitue une sorte de point mort ; l'orientation des différents éléments qui le composent est mal définie (fig. 7).

Ce point mort se manifeste, intérieurement par le rétrécissement du cylindre central, extérieurement par la courbure de l'axe hypocotylé. Le rétrécissement, région de moindre résistance, occupe le sommet de la courbe.

La partie supérieure de l'axe hypocotylé obéissant au géotropisme négatif, se dresse verticalement, tandis que l'inférieure, s'incline et se couche sur le sol. Ce phénomène s'observe chez une plante ayant trois ou quatre petites feuilles.

CHOUX CABUS

Les choux cabus forment un groupe assez homo-

gène. Parmi ceux que nous avons étudiés, citons d'abord le

Chou cabus de Brunswick. — Dans une plantule qui vient de germer et dont les cotylédons, à peine débarrassés des téguments de la graine, sont encore repliés sur eux-mêmes et ont une teinte jaunâtre, une section transversale de la base de l'axe hypocotylé montre que l'écorce de cet axe est analogue à celle de la même région de l'hypocotyle du *Br. oleracea* sauvage.

Nous analyserons surtout les tissus du cylindre central, ceux qui offrent le plus de variations.

Le cylindre central, limité par un endoderme peu apparent, présente la forme d'un ovale allongé ; le péricycle est très marqué et comprend des cellules plus petites que celles de l'endoderme.

Aux extrémités du plus grand diamètre de cet ovale sont les deux faisceaux ligneux primaires.

Continuant ces faisceaux, se différencient, en direction centripète, quelques gros vaisseaux de bois à parois minces dont le calibre augmente de la périphérie vers le centre.

Le milieu du cylindre central est occupé par un parenchyme à petits éléments qui borde aussi intérieurement les faisceaux libériens. Ceux-ci forment deux groupes assez allongés, alternant avec les masses ligneuses.

A la partie supérieure de la même plantule, dans la région de l'étranglement (fig. 10), l'axe hypocotylé est plus étroit qu'à la base.

L'épiderme conserve à peu près les mêmes dimensions, mais les cellules de l'écorce sont plus petites.

L'ovale du cylindre central est plus régulier ; les faisceaux ligneux, au lieu de ne comporter qu'une seule rangée de vaisseaux, s'élargissent latéralement par l'adjonction de vaisseaux de métaxylème ; ces faisceaux sont éloignés l'un de l'autre. A ce niveau les gros vaisseaux de bois qui, à la base de l'hypocotyle, tendaient à réunir les masses ligneuses entre elles, ne se forment plus.

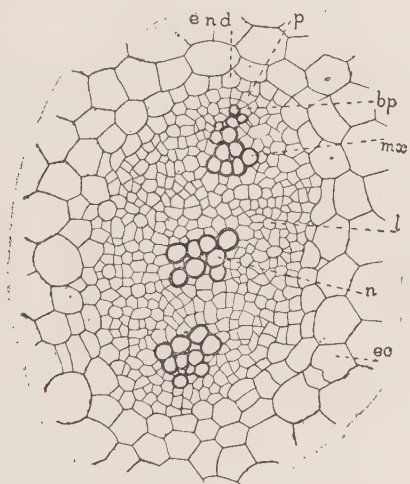


FIG. 10. — G. 150.

Au centre du cylindre central se montrent des éléments à fortes parois et du même calibre que ceux du bois.

Sur d'autres coupes de la même plantule, on voit d'abord quelques-uns de ces vaisseaux placés au centre du cylindre central, dans le prolongement des faisceaux ligneux ; puis peu à peu, en s'éloignant de

la radicule, ces vaisseaux se divisent en deux groupes qui se séparent l'un de l'autre, en direction centrifuge : nous verrons que ce sont ces éléments qui, en se superposant au liber secondaire, fournissent, en partie, aux nervures latérales de cotylédons, leurs faisceaux libéro-ligneux.



FIG. 11. — G, 150.

Ainsi ces faisceaux des cotylédons renferment des vaisseaux de bois différenciés au centre du cylindre central; ceux-ci sont complètement indépendants des masses ligneuses primaires et ne proviennent pas non plus du cloisonnement des cellules d'une assise génératrice : c'est une sorte de métaxylème tardivement formé.

Une section transversale pratiquée au-dessus de la précédente laisse voir (fig. 11) les deux cotylédons A, B, embrassant la tige T. En F est la première feuille.

L'écorce de l'axe hypocotylé a passé en entier dans les cotylédons ; l'épiderme *ep* s'y retrouve aussi ; de même les faisceaux libériens *l* et les faisceaux ligneux primaires *bp* y pénètrent en conservant leur *position alterne*.

Dans les nervures latérales, la *structure superposée* des faisceaux libéro-ligneux l_1, b_1 , se trouve déjà réalisée. Une partie du bois de ces faisceaux provient, comme nous le savons, du métaxylème tardivement différencié.

Il existe donc, à la fois, dans les cotylédons, deux genres de structure : *alterne* au centre, dans la nervure médiane, *superposée* sur les bords dans les nervures latérales.

Les cotylédons d'une plante plus âgée n'ont plus que des faisceaux libéro-ligneux à structure superposée ; la nervure médiane prend alors l'aspect de celle du cotylédon du *Br. oleracea* sauvage (fig. 9).

Une même région d'un même cotylédon peut donc présenter successivement la structure alterne et la structure superposée.

Cette succession de phases, d'ailleurs, a déjà été mise en évidence par M. Chauveaud (1).

Une coupe transversale de la partie supérieure de l'axe hypocotylé d'une autre plantule un peu plus âgée, mais dont les cotylédons sont encore accolés

1. G. CHAUVEAUD. *Passage de la disposition primitive à la disposition secondaire dans les cotylédons du Pin maritime (Pinus maritima)*. Bull. Mus. d'Hist. nat., 1902, n° 7, p. 555.

l'un contre l'autre par leur face supérieure, montre la disposition suivante (fig. 12):

Du milieu des arcs libéro-ligneux circonscrivant le cylindre central se détachent, de chaque côté, deux faisceaux 1, 2, 3, 4, qui, s'éloignant peu à peu l'un de l'autre, vont se placer chacun à une extrémité du cotylédon devant lequel il se trouve.

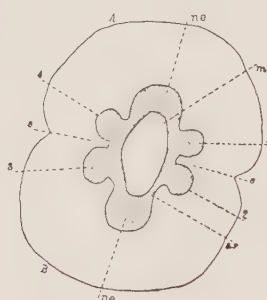


FIG. 12. — G. 45

Ces faisceaux contenant des vaisseaux du métaxylème différencié tardivement se trouvent donc, à un certain moment, noyés au milieu des formations secondaires des arcs libéro-ligneux : ceux-ci renferment alors des éléments d'origine différente, les uns différenciés au centre du cylindre central, les autres issus du cloisonnement des cellules de l'assise génératrice.

Remarquons également que les faisceaux des nervures des cotylédons ne sont pas contemporains : la nervure médiane *ne* reçoit ses vaisseaux de la base de l'hypocotyle, par conséquent de l'embryon, tandis que les faisceaux des nervures latérales proviennent de formations ultérieures.

Des coupes pratiquées à la base de l'axe hypocotylé et dans la région de l'étranglement de la même plantule montrent que l'anatomie du chou cabus de Brunswick se modifie rapidement avec l'âge.

A la base, les faisceaux ligneux sont réunis en une seule lame par de gros vaisseaux de bois, disposés sur un rang, et dont le calibre augmente de la périphérie vers le centre. Cette lame ligneuse unique est parallèle au plus grand diamètre du cylindre central.

Le péricycle, très apparent, est composé d'éléments plus grands que dans une plantule un peu moins âgée.

Le parenchyme cortical comprend des cellules assez volumineuses, à contour arrondi en section transversale, et laissant entre elles des méats.

Les cellules de l'épiderme et celles de l'assise sous-jacente ne sont plus aussi allongées dans le sens radial que dans une plantule très jeune.

Le liber forme deux petites masses plus ou moins *triangulaires* : c'est la forme caractéristique des faisceaux libériens des choux cabus, forme semblable à celle du *Br. oleracea* sauvage.

Comme nous l'avons déjà dit, les caractères distinctifs du liber des choux doivent être étudiés chez une plantule dont les cotylédons, bien développés, sont accolés par leur face supérieure ; chez une plantule plus jeune, les tissus ne sont pas suffisamment différenciés et à un âge plus avancé les formes sont masquées par les productions secondaires.

La coupe de la région de l'étranglement diffère beaucoup de celle pratiquée au même niveau chez une plantule plus jeune. Les cellules de l'écorce sont plus grandes, tandis que leurs parois sont relativement plus minces. Le cylindre central a une forme presque quadrangulaire ; les faisceaux libériens forment deux masses triangulaires, alternant avec les groupes ligneux.

Plus de vaisseaux de métaxylème différencié tardivement.

Dans l'espace compris entre le liber et le bois, quelques grandes cellules compriment contre les faisceaux ligneux d'autres cellules plus petites.

Aucun cloisonnement d'assise génératrice ne se montre encore.

Dans le *chou cabus*, comme dans les autres, l'axe hypocotylé d'une plante ayant deux petites feuilles et un petit bourgeon subit à un certain niveau un étranglement, au-dessus et au-dessous duquel la différenciation des divers tissus du cylindre central semble se faire en sens inverse.

A la base de l'axe hypocotylé le cylindre central a également la forme d'une ellipse dont le grand axe est perpendiculaire à celui de l'ellipse primitive.

Les vaisseaux ligneux de gros calibre, situés à la limite du bois et du liber, sont localisés complètement vis-à-vis des anciens faisceaux libériens primaires.

Dans la région de l'étranglement, région qui, chez tous les choux, s'étend sur un espace plus ou moins

considérable, le cylindre central serait de section presque circulaire sans une abondante production de fibres massées aux extrémités d'un diamètre perpendiculaire au grand axe de l'ellipse primitive.

La déformation du cylindre central entraîne celle de l'hypocotyle. Cette observation est générale pour les choux.

L'axe hypocotylé du chou cabus s'évase beaucoup de bas en haut. Nous savons que le chou de Brunswick renfle légèrement sa tige.

Enfin à la partie supérieure de la même plante, l'anneau libéro-ligneux limitant le cylindre central n'a pas partout la même épaisseur ; il se compose de faisceaux reliés entre eux par une assise génératrice produisant du liber à l'extérieur et, de distance en distance, des vaisseaux de bois à l'intérieur.

Le cylindre central est entouré, extérieurement, par des fibres plus nombreuses que chez le *Br. oleracea* primitif.

Les cellules saillantes de l'épiderme sont à peine marquées.

Chou cabus de Schweinfurt. — L'anatomie de l'axe hypocotylé de ce chou diffère fort peu de celle du chou de Brunswick et surtout de celle du chou sauvage ; aussi est-il inutile d'en faire une étude détaillée.

A la partie supérieure du cylindre central de l'hypocotyle quelques vaisseaux de métaxylème tardif se dirigent du centre vers la périphérie.

Chou cabus très hâtif d'Etampes — Ce

chou possède tous les caractères du précédent, mais à la partie supérieure de l'axe hypocotylé, les faisceaux libériens tendent à rester divisés, surtout d'un côté du cylindre central.

Les nervures latérales des cotylédons reçoivent des faisceaux des arcs libéro-ligneux du cylindre central, mais ces faisceaux ne se différencient pas tous en même temps, comme chez le chou cabus de Brunswick.

Chou cabus quintal d'Alsace. — Dans une plantule dont les cotylédons sont encore appuyés l'un contre l'autre par leur face supérieure, la base de l'axe hypocotylé possède, comme chez tous les choux, des faisceaux ligneux réunis par de grands vaisseaux disposés sur un seul rang.

Les faisceaux libériens forment deux masses compactes, presque triangulaires, bordées, intérieurement, par des cellules en voie de cloisonnement, disposées suivant des arcs de cercle dont la concavité est tournée vers l'extérieur.

L'endoderme est peu marqué. Par contre, le péri-cycle est nettement indiqué. Il est double au delà de chaque faisceau de bois primaire.

Une coupe transversale de la région de l'étranglement montre, au centre du cylindre central, des vaisseaux de métaxylème tardivement différencié.

Le liber est disposé en groupes triangulaires.

A un niveau supérieur de l'hypocotyle, les formations secondaires, s'étendant d'un bout à l'autre du

cylindre central, forment une bande épaisse et entière; enveloppant latéralement le bois primaire.

Lorsque les nervures latérales des cotylédons prennent naissance dans le cylindre central, les faisceaux libéro-ligneux qui passent dans les cotylédons n'occupent pas une place déterminée. Tantôt, comme dans le chou cabus de Brunswick, ce sont les faisceaux situés au milieu de l'arc libéro-ligneux du cylindre central qui se détachent; d'autres fois, comme dans le chou cabus quintal d'Alsace, les nervures latérales naissent à l'extrémité des arcs libéro-ligneux, très près des faisceaux destinés à la nervure médiane; si bien qu'on les prendrait presque pour des ramifications de cette nervure.

L'un des cotylédons reçoit les faisceaux de ses nervures latérales bien avant l'autre.

CHOUX DE MILAN

Chou de Milan petit hâtif d'Ulm. — Chez une jeune plantule récemment germée, une coupe transversale pratiquée vers la base de l'hypocotyle montre les faisceaux ligneux réunis en une seule bande par des gros vaisseaux de bois, comme chez tous les choux. Puis ces gros vaisseaux diminuent de calibre, de la base au sommet, et ne sont plus disposés aussi régulièrement (fig. 13).

L'ellipse du cylindre central est très allongée. L'endoderme *end* est assez nettement indiqué ; il est bordé, intérieurement, par un péricycle *p* à petites cellules. Ce péricycle se dédouble dans le prolongement des faisceaux ligneux primitifs.

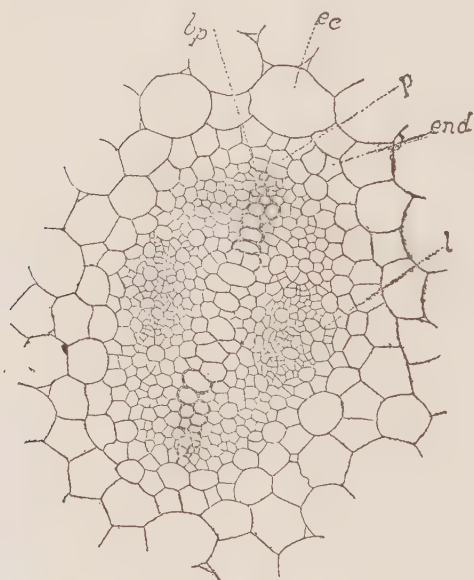


FIG. 13. — G. 150.

Le liber *l* n'est pas triangulaire, comme chez les choux cabus, mais il forme des groupes *allongés*.

Vers la région de l'étranglement (fig. 14), les faisceaux libériens s'allongent davantage et l'un d'eux tend à rester divisé en deux comme en *d*.

Les gros vaisseaux du centre du cylindre central ont alors à peu près complètement disparu ; il s'est

formé à leur place un parenchyme composé de petites cellules comme celles qui bordent latéralement les faisceaux de bois primaire *bp*.

Ceux-ci se sont un peu étendus sur les côtés et constituent des masses triangulaires.

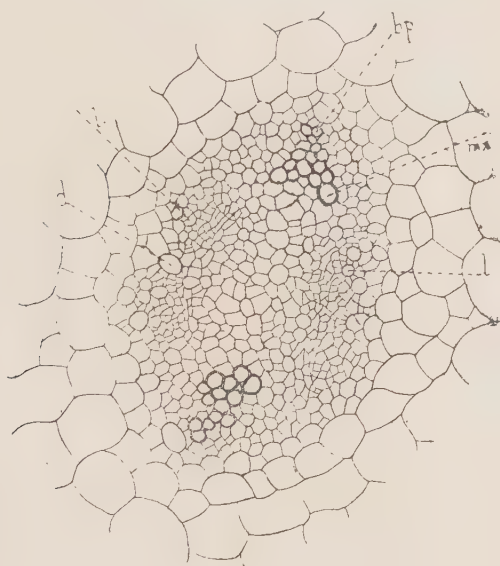


FIG. 14. — G. 150.

Dans la partie supérieure de l'hypocotyle, le bois conserve encore la position alterne, par rapport au liber. L'assise génératrice a une épaisseur remarquable, mais les cloisonnements de cellules sont localisés sur les côtés du cylindre central et ne s'étendent pas derrière le bois primaire. Le cylindre central est très allongé dans le sens de son plus grand diamètre. Le centre est occupé par les grandes cellules de la moelle.

Les cellules épidermiques sont peu saillantes.

Chez un chou ayant deux petites feuilles, la partie supérieure du cylindre central de l'axe hypocotylé forme une ellipse très aplatie. L'assise génératrice, très épaisse sur les longs côtés du cylindre central, l'est beaucoup moins derrière les anciens faisceaux ligneux primaires, maintenant disparus.

La moelle a de grandes cellules aux parois minces.

Les vaisseaux du bois, nombreux, sont de faible calibre.

Chou de Milan à grosse côte. — Le cylindre central de ce chou diffère un peu, chez une très jeune plantule, de celui du chou de Milan petit hâtif d'Ulm.

Dans la région de l'étranglement, l'ellipse circonscrivant tout l'appareil conducteur fait légèrement saillie au dehors, vis-à-vis des faisceaux libériens. Ceux-ci sont très allongés suivant une ligne droite, sans courbure aucune ; ils sont bordés intérieurement de deux ou trois rangées de cellules en voie de cloisonnement.

Le péricycle se compose de cellules plus petites que celles du péricycle des choux cabus. L'endoderme est assez nettement indiqué, comme chez le chou de Milan petit hâtif d'Ulm.

Les faisceaux ligneux conservent la position alterne ; les vaisseaux les premiers formés sont placés sur un seul rang, et augmentent de calibre de la périphérie vers le centre ; quelques vaisseaux de métaxylème se différencient latéralement pour aller rejoindre le liber.

Au centre du cylindre central se montrent deux vaisseaux de métaxylème placés dans le prolongement des faisceaux de bois.

Tous les éléments du tissu occupant le milieu du cylindre central, autres que le bois et le liber, sont disposés régulièrement en files parallèles au plus grand diamètre.

Chez une plantule possédant deux petites feuilles, la base du cylindre central de l'axe hypocotylé prend très rapidement une extension considérable dans une direction perpendiculaire à celle de la lame ligneuse constituée par la réunion des faisceaux primaires.

Les vaisseaux les premiers formés aux extrémités de la lame ont alors à peu près disparu, mais ceux du centre existent encore et sont de gros calibre.

Au delà des faisceaux de bois primaire, l'assise génératrice comprend trois ou quatre rangées de cellules en voie de cloisonnement, tandis que vis-à-vis des faisceaux du liber, non seulement l'assise est beaucoup plus épaisse, mais elle a déjà produit un certain nombre de gros vaisseaux de bois.

Les formations secondaires sont plus développées chez le chou de Milan à grosse côte que chez le *Br. oleracea* type.

En section transversale, la région de l'étranglement a un contour circulaire ; les fibres bordant extérieurement le cylindre central se différencient surtout vis-à-vis des anciens faisceaux libériens.

De même les vaisseaux de bois qui, en général,

sont larges, se montrent peu au delà des masses ligneuses primaires.

Le centre du cylindre central est occupé par un parenchyme composé de petits éléments ; c'est une sorte de fausse moelle, la vraie moelle ayant des cellules beaucoup plus grandes.

Les vaisseaux de métaxylème, et même ceux du bois secondaire les premiers apparus, diminuent de diamètre pour disparaître ensuite.

A la partie supérieure du même axe hypocotylé, les éléments du bois sont nombreux, serrés les uns contre les autres et de petit calibre.

Une abondante production de fibres aux parois épaisses entourent extérieurement tout le système conducteur qui est très développé.

Le chou de Milan à grosse côte présente un exemple de cotylédon ne recevant du cylindre central aucun faisceau pour ses nervures latérales. Pourtant nous avons vu, chez une plantule plus jeune, se différencier, au centre du cylindre central, des vaisseaux de métaxylème : ceux-ci ne sont donc pas uniquement destinés aux cotylédons et, probablement, passent aussi dans la tige.

Une coupe de la partie supérieure de l'axe hypocotylé, au point où les cotylédons se séparent de la tige pour devenir indépendants, montre que le pédicelle du cotylédon ne contient que la nervure médiane, mais celle-ci se ramifie rapidement pour fournir les nervures latérales.

CHOUX DE BRUXELLES

Chou de Bruxelles nain. — A la base de l'axe hypocotylé, la structure est celle de tous les choux.

Dans la région de l'étranglement, deux faisceaux libériens disposés en bandes allongées, comme ceux des choux de Milan, alternent avec les faisceaux ligneux ; ceux-ci comprennent des vaisseaux primaires et d'autres de métaxylème. Au centre du cylindre central se montrent quelques vaisseaux de métaxylème différencié tardivement.

L'écorce du chou de Bruxelles nain présente les mêmes caractères que celle des autres choux : les cellules en sont arrondies et laissent entre elles de petits méats. Il est à remarquer que, comme diamètre, les éléments de l'épiderme ne diffèrent pas beaucoup de ceux du parenchyme cortical, tandis que chez le *Br. oleracea* sauvage ils sont plus petits.

Les cellules de l'assise sous-épidermique sont allongées dans le sens radial.

L'endoderme est assez marqué. Le péricycle est triple dans le prolongement des faisceaux de bois primaire.

A un niveau plus élevé de l'axe hypocotylé de la même plantule, dont les cotylédons sont encore appuyés l'un contre l'autre par leur face supérieure, une section transversale montre que le cylindre central est peu allongé. Quelques cellules de la moelle apparaissent au milieu de la coupe.

L'un des arcs libériens est plus mince au milieu qu'aux extrémités ; l'autre a une tendance à rester divisé en deux parties ; chacune de ces parties est bordée, intérieurement, de quelques rangées de cellules en voie de cloisonnement, disposées suivant des arcs de cercle dont la concavité est tournée vers l'extérieur. Ces arcs de cercle accentuent bien la scission momentanée du faisceau libérien.

A un âge plus avancé, les vaisseaux du bois du cylindre central de l'hypocotyle du chou de Bruxelles sont très rapprochés les uns des autres et sont noyés dans un tissu dont les éléments sont de petit calibre et les parois relativement épaisses.

A chaque extrémité du grand axe du cylindre central, surtout, les vaisseaux ligneux restent agglomérés en une masse compacte : cette structure est celle des choux de Milan.

Comme chez ces derniers également, de nombreuses fibres à fortes membranes entourent le cylindre central et sont développées principalement du côté des arcs libéro-ligneux.

En définitive l'anatomie du chou de Bruxelles nain diffère fort peu de celle des choux de Milan, surtout de la variété à grosse côte.

Les nervures latérales des cotylédons apparaissent, très près de la nervure médiane, au moment où les pédicelles des cotylédons s'écartent l'un de l'autre pour devenir indépendants ; il nous a été impossible de voir si ces nervures proviennent du

cylindre central ou naissent de ramifications de la nervure médiane

Chou de Bruxelles ordinaire. — La région de l'étranglement ressemble à celle du chou de Bruxelles nain. Chez ce dernier, le cylindre central a peut-être une forme ovale plus prononcée, tandis que chez le chou de Bruxelles ordinaire il fait légèrement saillie au dehors, vis-à-vis des faisceaux libériens.

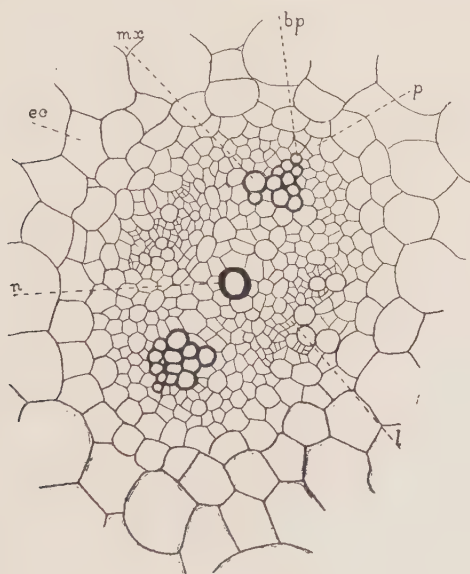


FIG. 15. — G. 150.

Ceux-ci sont également allongés chez les deux choux de Bruxelles. L'épiderme et l'écorce sont aussi les mêmes.

Deux vaisseaux du métaxylème né tardivement occupent le milieu du cylindre central.

Dans la région où apparaît la moelle, les arcs libériens restent *entiers* ; c'est à peine si l'un d'eux est un peu plus mince au milieu qu'aux extrémités.

C'est la principale différence que présente l'anatomie de l'hypocotyle des deux choux de Bruxelles.

L'examen d'une coupe provenant de la région supérieure de l'axe hypocotylé d'une plante plus âgée permet de voir qu'une seule nervure latérale d'un cotylédon provient du cylindre central ; les autres nervures secondaires ne sont que des ramifications des faisceaux médians.

CHOUX VERTS

Chou fourrager cavalier, chou à vache. —

A la base de l'axe hypocotylé, les faisceaux ligneux, dans lesquels les vaisseaux sont disposés sur deux ou trois rangées, sont séparés l'un de l'autre. Dans leur prolongement se trouvent des cellules dont le diamètre est assez considérable, mais dont les parois sont minces.

Dans la région de l'étranglement du même axe hypocotylé (fig. 15), se montre au centre du cylindre central un gros vaisseau de bois *n* sans relation aucune avec les faisceaux de bois primaire : c'est un vaisseau de métaxylème différencié tardivement.

Les grandes cellules qui occupaient le milieu du cylindre central tendent à disparaître ; c'est d'ailleurs

après leur disparition qu'apparaît le métaxylème tardif.

La section (fig. 16) pratiquée un peu au-dessus de celle que représente la figure 15, permet de voir que deux nouveaux vaisseaux *n* sont venus s'ajouter à celui qui occupait le milieu du cylindre central ; le calibre de ces vaisseaux est inférieur à celui du vaisseau unique de la figure 15.

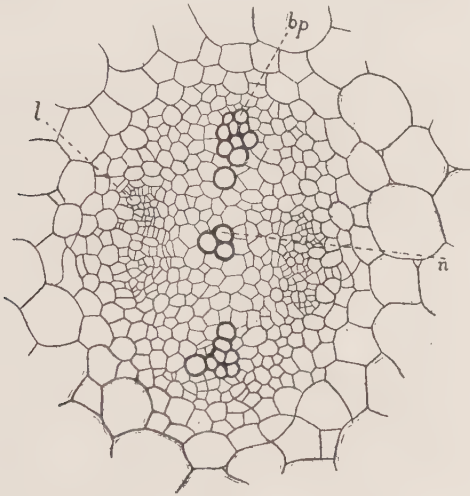


FIG. 16. — G. 150.

Les faisceaux ligneux primaires *bp* ne se sont guère modifiés. Les grandes cellules du centre du cylindre central ont disparu ; celles qui bordent intérieurement le liber se cloisonnent activement. Les faisceaux libériens *l* sont peu allongés.

A un niveau encore plus élevé de l'hypocotyle, le métaxylème différencié au centre du cylindre central est beaucoup plus abondant.

Dans le chou fourrager cavalier, comme dans les autres, la disposition superposée des faisceaux libéro-ligneux se réalise au moyen de vaisseaux de bois nés, à un niveau assez élevé, *au centre* du cylindre central de l'axe hypocotylé, indépendamment des faisceaux de bois primaire.

Dans l'écorce, de curieux cloisonnements de cellules paraissent orientés autour d'un centre. Evidemment il se forme là du liège pour une raison quelconque. Nous avons noté des cloisonnements analogues dans le pétiole d'une autre plantule de chou cavalier fourrager (fig. 33).

Les figures 15 et 16 montrent que l'endoderme et le péricycle d'une jeune plantule sont très nettement indiqués.

Le péricycle *p* se dédouble dans le prolongement des faisceaux ligneux primaires. Le cylindre central est peu allongé dans le sens de son plus grand diamètre.

Chou frisé vert grand. — Chez une plantule très jeune, les caractères anatomiques diffèrent peu de ceux des autres choux, surtout des choux de Milan.

Ceux-ci ont des faisceaux libériens disposés en bandes allongées et étroites : les faisceaux du chou frisé vert grand sont un peu plus épais, et, un peu moins étendus.

Le cylindre central, de contour plus circulaire que chez les choux de Milan, est aussi moins développé. Mais toutes ces différences sont assez peu sensibles.

Dans la région de l'étranglement, trois vaisseaux

de métaxylème tardif sont disposés sur un seul rang, dans le même sens que les faisceaux de bois dont ils sont séparés par quelques cellules de parenchyme.

L'écorce présente de rares méats, dont certains ont la forme de rectangles très allongés.

Les cellules épidermiques, aux parois minces, sont peu saillantes.

La partie supérieure de l'axe hypocotylé est remarquable par l'épaisseur de l'assise génératrice ; les cloisonnements de cellules sont très actifs, mais les parois de ces cellules sont minces : aucun vaisseau de bois ne s'est encore différencié.

La moelle subit une légère dépression au milieu, dans le sens du petit axe du cylindre central ; à cet endroit l'assise génératrice fait saillie vers l'intérieur.

La structure, près du sommet de l'hypocotyle d'une plante ayant deux petites feuilles, se rapproche beaucoup de celle d'une région analogue d'un chou de Milan de même âge. Dans l'un comme dans l'autre, la forme ovale du cylindre central est peu marquée ; les formations secondaires sont développées ; les vaisseaux du bois, nombreux et de faible calibre, sont pressés les uns contre les autres, au lieu de se différencier en groupes reliés par une assise génératrice, comme chez le *Br. oleracea* primitif.

Toutefois ces groupes se manifestent à un niveau encore plus élevé.

La limite entre tous ces petits éléments, dûs au fonctionnement de l'assise génératrice, et les grandes cellules de la moelle, est très nette : c'est un

caractère que l'on retrouve dans les choux de Milan.

Une abondante production de fibres non lignifiées entourent le cylindre central.

Chou frisé rouge à pied court. — Dans la région de l'étranglement, les faisceaux libériens ne sont ni allongés ni triangulaires : c'est une forme un peu intermédiaire.

Tous les éléments autres que ceux du bois ont des membranes très minces et ne présentent aucun caractère particulier.

Le cylindre central est peu allongé, même dans la partie supérieure de l'axe hypocotylé. Les cellules de l'épiderme ne font presque pas de saillie au dehors.

Chou palmier. — Chou noir. — Chez ce chou la section transversale du cylindre central de l'axe hypocotylé, dans la région de l'étranglement, est presque circulaire.

Les faisceaux libériens sont triangulaires ; ceux du bois ont à peu près la même forme à cause des vaisseaux qui se différencient obliquement. Ces deux masses ligneuses sont peu développées.

Les cellules du centre du cylindre central sont à peine plus grandes que celles qui sont situées entre les faisceaux.

A un niveau plus élevé de l'hypocotyle, l'apparition de la moelle ne modifie pas beaucoup la forme de l'ensemble de l'appareil vasculaire, forme ovale peu prononcée. Les vaisseaux du bois sont peu nombreux.

Une plantule plus âgée, ayant deux petites feuilles, ne présente pas de caractères distinctifs remarquables.

Tout au plus peut-on noter, dans la région de l'étranglement, des fibres qui se forment à l'extérieur du cylindre central, uniquement vis-à-vis des faisceaux de liber.

Même dans une région plus élevée, quand la moelle est largement représentée au centre du cylindre central, les fibres ne se produisent pas dans la partie située au delà des faisceaux de bois primaire qui ont déjà disparu. A leur place s'est différencié un parenchyme dont les cellules ont des parois minces ; ce parenchyme sépare deux groupes de vaisseaux de bois issus de l'assise génératrice.

L'anatomie du chou palmier se rapproche beaucoup de celle de la plante-mère.

Chou moellier rouge. — A la base de l'axe hypocotylé, le cylindre central est très allongé suivant une ellipse. Les faisceaux du bois sont réunis par une rangée de grandes cellules à parois minces et non lignifiées, en une lame unique. Toutes les cellules du milieu du cylindre sont alignées parallèlement à cette lame.

Les faisceaux libériens ne sont ni allongés ni triangulaires ; ils constituent un type moyen comme ceux du chou frisé rouge à pied court.

A la partie supérieure de l'axe hypocotylé de la même plantule, très près de la région de l'étranglement, les grandes cellules qui unissaient les masses

ligneuses ont disparu ; à leur place s'est constitué un parenchyme à petits éléments.

Un vaisseau de métaxylème différencié tardivement se rapproche de la périphérie pour se superposer au liber.

Chaque faisceau libérien est partagé en deux parties largement séparées par du tissu conjonctif semblable à celui qui réunit les uns aux autres les différents faisceaux. Chacune des parties est bordée, intérieurement, d'une ou deux rangées de cellules en voie de cloisonnement, disposées suivant des arcs de cercle à concavité tournée vers l'extérieur.

C'est le premier exemple que nous voyons d'un chou dont les arcs libériens restent franchement divisés pendant quelque temps.

A un niveau supérieur ces arcs se reconstituent, grâce à des formations secondaires issues d'une assise génératrice.

Le cylindre central d'une plante ayant deux petites feuilles ressemble à celui de tout autre chou ; les groupes libériens sont entiers d'un bout à l'autre de l'hypocotyle, par suite de cloisonnements des cellules qui unissent les parties séparées.

L'absence des fibres autour du cylindre central est à peu près complète.

CHOUX-FLEURS

Chou-fleur demi-dur de Paris. — A la base de l'axe hypocotylé et jusque dans une région moyenne

la structure est semblable à celle des autres choux-fleurs.

Les faisceaux libériens, très allongés, sont d'abord entiers ; puis, très près de l'étranglement, *l'un de ces faisceaux* se divise en deux parties.

Dans la région de l'étranglement, *l'autre faisceau* se divise à son tour, et alors l'aspect du cylindre central du chou-fleur demi-dur de Paris est le même que celui du chou-fleur de Hollande.

Chez une plante plus âgée, ayant deux petites feuilles, la rupture des faisceaux libériens persiste à la partie supérieure de l'axe hypocotylé, comme chez tous les choux-fleurs d'ailleurs, tandis qu'au même âge le chou moellier a déjà reconstitué ses faisceaux.

De même que les arcs libériens ne se sont pas scindés en même temps, ils se reforment également l'un après l'autre ; chez une plantule ayant, comme nous l'avons dit, deux petites feuilles, un peu au-dessus de la région de l'étranglement, l'un des faisceaux redevient entier, l'autre ne recouvrant sa forme normale qu'à un niveau supérieur.

Ainsi dans un même axe hypocotylé, de bas en haut, les faisceaux du liber sont d'abord entiers, puis ils se divisent et enfin se reconstituent à la partie supérieure ; tandis que la division s'efface rapidement, chez presque tous les choux, grâce à des cloisonnements de cellules, elle dure davantage chez le chou moellier et persiste longtemps chez le chou-fleur.

Les cotylédons du chou-fleur demi-dur de Paris se séparent d'abord d'un seul côté comme deux val-

ves, tandis qu'ils restent unis de l'autre côté sur un long espace ; dans leur écartement se montre la tige, assez déformée, ayant, en section transversale, une forme plus ou moins elliptique.

Les deux bords détachés des cotylédons reçoivent, pour leurs nervures latérales, des faisceaux du cylindre central. Les deux autres bords ont des faisceaux issus de la nervure médiane.

Chou-fleur dur de Hollande. — Dans la partie supérieure de l'axe hypocotylé, la division des faisceaux libériens, en deux parties, est complète ; les deux moitiés de chaque faisceau sont séparées par trois ou quatre rangées de grandes cellules semblables à celles de l'écorce. Le bois primaire conserve la position alterne et possède encore tous ses éléments intacts. Les vaisseaux sont d'assez faible calibre.

Au centre du cylindre central (fig. 17) la moelle *m*, à grandes cellules, communique largement avec l'écorce *ec*.

L'ensemble de la moelle affecte une forme plus ou moins circulaire : cette disposition se retrouve dans le chou de Milan à grosse côte.

La structure du cylindre central du chou-fleur dur de Hollande est celle qui s'éloigne le plus du type primitif.

Les faisceaux libériens, dans la partie la plus rapprochée de la radicule, sont disposés en bandes allongées comme chez le chou de Milan : ces deux catégories de choux sont d'ailleurs voisines l'une de l'autre.

Chez une plantule possédant un petit bourgeon, les formations secondaires se développent normalement dans le cylindre central de l'axe hypocotylé, jusqu'à la région de l'étranglement. A ce niveau les faisceaux du liber font légèrement saillie vers l'extérieur ; aussi le cylindre central n'a-t-il pas tout à fait la forme circulaire qui caractérise cette partie de l'hypocotyle.

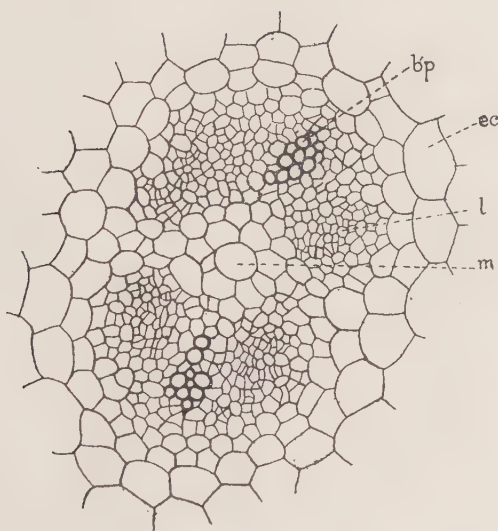


FIG. 17. -- G. 150.

Les vaisseaux du bois secondaire sont d'un calibre moyen. Des fibres se différencient autour du cylindre central, surtout vis-à-vis des faisceaux de liber.

En continuant à s'éloigner de la racine, chaque faisceau libérien se scinde en deux parties séparées

par de grandes cellules de parenchyme ; cette division persiste longtemps et, même dans une région élevée de l'hypocotyle, les faisceaux sont difficilement réunis par une assise génératrice.

Une seule nervure latérale d'un seul cotylédon a son origine dans le cylindre central. Les autres nervures du pédicelle des cotylédons reçoivent des ramifications de la nervure médiane.

Ici une question se pose : d'où proviennent les éléments libéro-ligneux du cylindre central, à ce niveau ?

Sont-ils fournis par l'axe hypocotylé ? Ou doit-on les considérer comme des ramifications venues des faisceaux des feuilles ?

Dans le premier cas, toutes les nervures auraient la même origine, puisqu'elles prendraient toutes naissance dans des tissus situés au-dessous du point d'insertion des cotylédons.

Dans la seconde hypothèse, le chou-fleur dur de Hollande, par exemple, aurait trois de ses nervures latérales formées par des productions libéro-ligneuses provenant de la nervure médiane qui, elle-même, dérive de l'axe hypocotylé et par conséquent de l'embryon, tandis que la nervure qui seule, émane du cylindre central, serait issue de ramifications des faisceaux des feuilles ; et encore cette nervure serait de composition mixte puisqu'elle pourrait contenir des vaisseaux de métaxylème différencié tardivement et d'autres de bois secondaire.

Une nervure se dirigerait donc de haut en bas, des

feuilles vers les pédicelles des cotylédons, tandis que les trois autres suivraient un chemin contraire, de bas en haut, de l'hypocotyle vers les cotylédons.

La première théorie, attribuant une origine unique à toutes les nervures des cotylédons, est, peut-être, plus naturelle.

Chou-fleur géant d'automne. — Nous avons déjà vu, à propos du chou-fleur dur de Hollande, que la caractéristique de ce chou est la division des faisceaux libériens en deux parties distinctes, éloignées l'une de l'autre.

Cette même disposition se retrouve chez le chou-fleur géant d'automne. Pourtant l'espace compris entre les deux demi-faisceaux semble plus considérable chez le chou-fleur dur de Hollande.

Les vaisseaux du bois primaire sont peut-être réunis en masses plus compactes chez le chou-fleur géant d'automne, la rupture des faisceaux libériens persiste longtemps et nous la voyons encore lorsque la plantule possède deux petites feuilles, et cela même dans une région très élevée de l'axe hypocotylé. L'assise génératrice n'est pas continue comme dans tous les autres choux.

Le chou-fleur géant d'automne diffère du chou-fleur dur de Hollande par la façon dont naissent les nervures latérales des cotylédons.

Par la figure 18 où les cotylédons A, B ne sont pas encore séparés, on voit que deux faisceaux 1, 2 se détachent du cylindre central, où ils étaient

situés à côté l'un de l'autre, pour se rendre dans les nervures latérales des cotylédons.

En 3, un autre faisceau du cylindre central com-

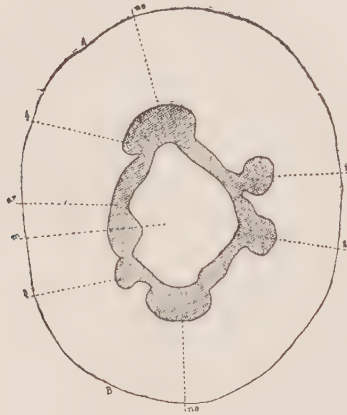


FIG. 18. — G. 20.

mence à se séparer de l'arc libéro-ligneux pour fournir une nervure latérale du cotylédon B.

Ces différents faisceaux se dirigent peu à peu vers la place qu'ils doivent occuper définitivement.

Le faisceau médiane du cotylédon A émet alors une ramification 4, destinée à former l'autre nervure latérale du cotylédon A. Ainsi, dans le chou-fleur géant d'automne, trois faisceaux proviennent du cylindre central et un seul d'une nervure médiane : c'est le contraire de ce qui se passe dans le chou-fleur dur de Hollande.

La façon dont naissent les nervures latérales des cotylédons ne pourrait donc pas servir à classer les

choux, puisque des types voisins, tels que le chou-fleur géant d'automne et le chou-fleur dur de Hollande, présentent des différences aussi considérables ; tout au plus pourrait-on les utiliser pour distinguer, les unes des autres, les variétés d'un même groupe.

Chou brocoli blanc hâtif. — Ce chou, comme l'on sait, est connu aussi sous le nom de chou-fleur d'hiver.

A la partie supérieure de l'axe hypocotylé, chaque arc libérien est divisé en deux moitiés par un tissu à petits éléments, semblable à celui qui se trouve entre les différents faisceaux.

Deux ou trois cellules plus grandes que les autres indiquent, au milieu du cylindre central, l'apparition de la moelle.

Les faisceaux ligneux sont composés de vaisseaux placés sur un seul rang ; quelques vaisseaux de métaxylème se sont différenciés latéralement. Ces faisceaux conservent la position alterne par rapport au liber.

En comparant l'anatomie du brocoli à celle du chou-fleur dur de Hollande, on voit que ce qui distingue surtout l'un de l'autre ces choux est la différence de grandeur des éléments séparant les deux moitiés de chaque arc libérien.

La structure interne du brocoli est identique à celle du chou moellier.

L'épiderme du chou-fleur d'hiver est disposé, autour de l'hypocotyle, en arcs de cercle à concavité tournée vers l'extérieur ; deux arcs voisins aboutissent

à une cellule saillante. Quelquefois ce sont les cellules de l'assise sous-épidermique qui, par leur grande dimension, provoquent le soulèvement de l'épiderme.

Au sommet de l'hypocotyle de la même plantule, l'aspect varie ; deux îlots libériens voisins se soudent en un seul arc, tandis que de l'autre côté du cylindre central, le faisceau libérien reste encore divisé, mais pas aussi profondément que chez les choux-fleurs.

Les cellules de la moelle sont de même diamètre que celles des choux-fleurs.

Dans l'un des faisceaux de bois, les vaisseaux sont groupés en masse compacte, s'élargissant latéralement par l'adjonction d'éléments de métaxylème ; dans l'autre, ils sont plus isolés les uns des autres.

A un niveau plus élevé, l'assise génératrice devient continue, unissant les deux moitiés du liber qui étaient encore séparées.

Nous ne décrivons pas les modifications de structure qui s'opèrent, à un stade plus avancé, dans l'appareil conducteur ; elles n'offrent rien de particulier et ressemblent à celles qui ont été étudiées dans les autres choux.

Plus tard, quand la plante a deux feuilles et un bourgeon, une section de la base de l'axe hypocotylé montre que les grands éléments à fortes parois qui se trouvent à la limite du bois et du liber, sont disposés suivant un cercle, tandis que dans les autres choux ils forment une ellipse.

La partie lignifiée du cylindre central est considé-

nable. Les formations secondaires sont abondantes surtout vis-à-vis du liber primaire ; elles absorbent les cellules de l'écorce qui, à leur contact, se replient sur elles-mêmes, constituant un bourrelet.

Au centre du cylindre central, tout autour des faisceaux de bois primaire, existe une petite zone de cellules non lignifiées ; cette zone est elle-même entourée de vaisseaux lignifiés.

A la partie supérieure de l'axe hypocotylé, tandis que chez un chou-fleur ayant deux feuilles et un bourgeon, les faisceaux libériens sont encore divisés, dans le brocoli ils sont déjà reconstitués. La division des arcs du liber n'est donc que *temporaire*, comme chez le chou moellier.

Lorsque les cotylédons se séparent de la plante pour devenir indépendants, dans leur écartement apparaît la tige dont la section transversale est à peu près circulaire ; seule la partie destinée à devenir la première feuille fait saillie au dehors.

Le cylindre central de la tige, également circulaire, est circonscrit comme dans tous les choux, par une assise génératrice reliant entre eux des faisceaux libéro-ligneux.

Quatre de ces faisceaux passent dans les cotylédons pour former les nervures latérales qui, par conséquent, sont complètement indépendantes de la nervure médiane.

CHOUX-NAVETS

Chou-navet blanc hâtif, feuille entière. —

Dans la région de l'étranglement, le cylindre central, presque circulaire, fait saillie au dehors et présente l'aspect de la figure 21 du chou-rave violet. Cette structure rappelle celle du *Brassica oleracea* primitif. Les faisceaux libériens sont aussi triangulaires, comme ceux du chou sauvage.

Dans une plantule un peu plus âgée, dont les cotylédons sont bien étalés et laissent voir dans leur écartement un très petit bourgeon à peine visible, la base du cylindre central de l'axe hypocotylé est peu allongée ; les faisceaux du liber sont plus étendus que ceux de la plantule qui vient de germer.

L'épiderme est semblable à celui de tous les choux.

Les cellules de l'écorce, très arrondies, laissent entre elles de nombreux méats dont quelques-uns sont rectangulaires.

Dans le cylindre central les vaisseaux de bois primaire et ceux de métaxylème sont abondants et de calibre moyen.

Une assise génératrice commence à se former et l'on remarque quelques cloisonnements, même au delà du bois primaire.

Une coupe pratiquée dans la région de l'étranglement laisse voir (fig. 19) une différenciation plus con-

sidérable des différents tissus du cylindre central dont la forme est très peu allongée.

Le bois primaire *bp* a presque disparu ; les vaisseaux de bois secondaire *bs* sont nombreux.

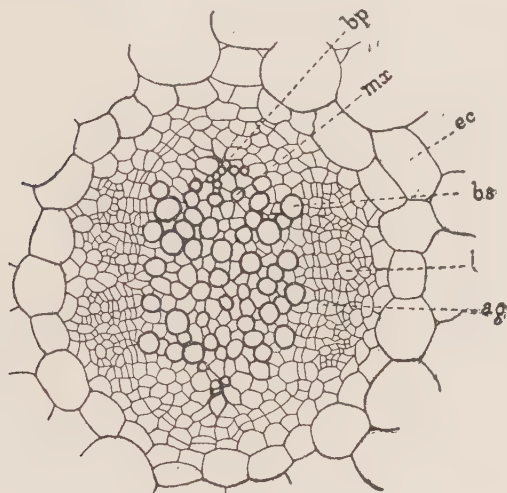


FIG. 19. — G. 150.

L'assise génératrice *ag* est épaisse vis-à-vis des arcs libériens. L'un de ces arcs tend à rester divisé en deux parties entre lesquelles s'intercale une plage de parenchyme à petites cellules.

Cette séparation n'entame pas l'assise génératrice.

Près du sommet de l'hypocotyle, la moelle occupe un espace quadrangulaire. Les vaisseaux de métaxylème et de bois secondaire sont massés en deux groupes à chaque extrémité du plus grand axe du cylindre central.

Dans l'assise génératrice se sont différenciés, d'un côté du cylindre central, le long de la moelle, quel-

ques vaisseaux de bois déjà lignifiés ; de l'autre côté, les cellules sont en voie de cloisonnement et conservent toutes des parois minces.

Enfin, à un niveau plus élevé de la même plantule, la différenciation des éléments s'accuse davantage ; les groupements ligneux situés à chaque extrémité du grand axe du cylindre commencent à se séparer en deux faisceaux distincts. Les arcs libéro-ligneux tendent à se réunir derrière ces faisceaux.

Les cellules de la moelle sont allongées dans le sens du plus grand diamètre du cylindre et l'ensemble du tissu conserve toujours la forme d'un carré, forme que nous n'avons observée dans aucun autre chou.

Des vaisseaux de bois, provenant de l'assise génératrice, existent alors dans les deux arcs libéro-ligneux, groupés en faisceaux.

Le cylindre central est bordé de fibres, mais pas dans le prolongement extérieur des anciens faisceaux ligneux primaires.

Les cellules épidermiques sont très saillantes, surtout à la partie supérieure de l'hypocotyle.

Rutabaga à collet vert. — A la base de l'axe hypocotylé la section transversale du cylindre central est presque circulaire.

Dans la région de l'étranglement, la forme du cylindre central ne varie pas ; les faisceaux libériens sont compacts et triangulaires, comme chez le navet blanc hâtif.

A un niveau plus élevé, où la moelle a déjà fait

son apparition, l'un des faisceaux libériens tend à rester divisé en deux parties bordées, chacune, par quelques rangées de cellules en voie de cloisonnement, disposées suivant des arcs de cercle à concavité tournée vers l'extérieur.

De l'autre côté du cylindre central, l'assise génératrice libéro-ligneuse est entière. Le bois primaire est peu développé.

Le cylindre central a la forme d'un ovale peu allongé; la moelle occupe aussi un espace plus ou moins ovale au lieu d'être quadrangulaire comme chez le chou-navet blanc hâtif.

CHOUX-RAVES

Chou-rave blanc hâtif de Vienne. — A la base de l'axe hypocotylé d'une jeune plantule de ce chou-rave, la position des différents tissus est la même que chez une plantule de chou cabus de Brunswick.

L'écorce de ce dernier compte pourtant une rangée de cellules de plus.

Dans la région de l'étranglement, le cylindre central s'élargit dans le sens de son petit axe, comme chez les choux-navets.

Deux vaisseaux de métaxylème, nés au centre du cylindre central, se séparent l'un de l'autre pour aller se superposer, chacun, à un faisceau libérien.

Nous ferons remarquer que ces vaisseaux, à parois épaisses, doivent avoir une existence éphémère et

perdre rapidement les caractères qui les distinguent des cellules environnantes ; car, pour tous les choux, on ne les voit que chez les plantules récemment germées depuis quelques heures à peine ; à un stade un peu plus avancé, il est impossible de les apercevoir. Pour le *Brassica oleracea* sauvage, on ne les trouve que dans l'embryon encore enfermé à l'intérieur de la graine.

Dans un chou-rave ayant un petit bourgeon et pas de feuilles, le cylindre central de la base de l'axe hypocotylé est peu allongé, comme on le voit par la figure 20 où seuls les vaisseaux ligneux sont indiqués. Les vaisseaux de bois secondaire, beaucoup plus larges que ceux du bois primaire, se différencient au centre du cylindre central, de part et d'autre de la lame ligneuse primitive ; dans celle-ci les éléments les premiers formés ont déjà disparu et ne sont plus représentés que par un petit bourrelet.

Dans la région de l'étranglement, l'assise génératrice fonctionne activement donnant, à l'intérieur, de nombreux vaisseaux de bois de moindre calibre que ceux de la base du cylindre central. Les arcs libériens restent entiers comme chez le *Br. oleracea* primitif et chez les choux cabus.

La surface occupée par tout l'ensemble de l'appareil conducteur est plus considérable que dans la figure 21.

Enfin, à la partie supérieure de l'hypocotyle, le cylindre central est limité par une large assise génératrice produisant du bois à l'intérieur, du liber à

l'extérieur : son grand axe est alors plus du double de celui de la figure 21.

A un âge un peu plus avancé, tandis que la région de l'étranglement et la partie supérieure du cylindre

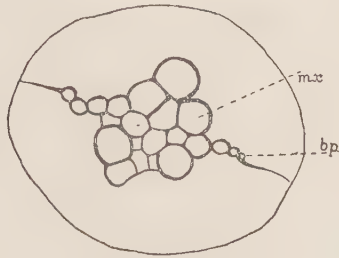


FIG. 20. — G. 100.

central restent presque stationnaires, au point de vue de leur superficie, à la base de l'axe hypocotylé le développement de tous les tissus est intense ; la

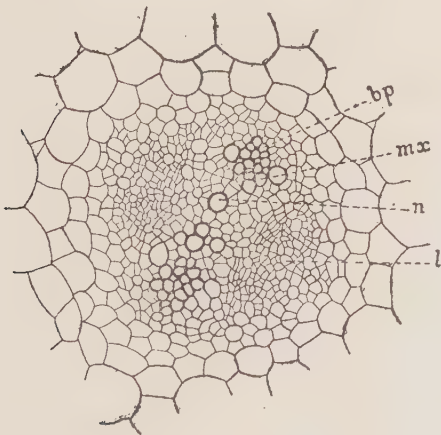


FIG. 21. — G. 150.

surface de la base du cylindre central devient bientôt égale à celle du sommet.

Les cellules de l'écorce non seulement sont refoulées par les productions secondaires en contact immédiat avec elles, mais à quelque distance, au milieu du parenchyme cortical, des cellules se replient sur elle-mêmes en formant un mince bourrelet.

Pour les cotylédons, les quatre nervures latérales prennent naissance dans le cylindre central et même elles se ramifient en d'autres nervures secondaires, avant que les cotylédons se soient séparés de la tige.

Celle-ci est très développée dès le début, et sa section transversale est circulaire.

Chou-rave violet. — Nous étudierons une plantule dont les cotylédons sont encore accolés par leur face supérieure, mais ces cotylédons, déjà grands, sont sur le point de se séparer l'un de l'autre.

La région de l'étranglement d'une plantule ainsi choisie offre une grande analogie de forme avec une région analogue du *Br. oleracea* sauvage. La comparaison des figures 3 et 21 montre que ce sont les mêmes faisceaux libériens triangulaires faisant saillie vers l'extérieur, la même assise génératrice sinueuse, le même cylindre central déjà presque circulaire.

Le bois est un peu moins développé chez le chou-rave violet.

Au centre de la figure, deux vaisseaux de métaxylème se distinguent nettement : on sait qu'à cet âge ces vaisseaux n'existent plus chez le chou sauvage.

A un niveau supérieur, le cylindre central est

encore presque circulaire, en section transversale. Les faisceaux ligneux s'étendent latéralement, grâce à l'adjonction de vaisseaux de métaxylème.

Les cellules épidermiques, assez grandes, sont à peine saillantes ; leur diamètre est à peu près le même que celui des cellules sous-jacentes.

L'un des faisceaux libériens tend à rester divisé en deux parties ; cette division est surtout indiquée par l'absence de fibres extérieures dans la partie moyenne de la bande libérienne.

Les éléments de la moelle sont arrondis et de calibre moyen.

COLZA

Colza de printemps. — Chez le colza, comme chez toutes les plantes que nous avons étudiées jusqu'à présent, la partie inférieure de l'axe hypocotylé se comporte presque toujours de la même façon, jusqu'à la région de l'étranglement. Les différences, peu sensibles, ne suffisent pas à caractériser une variété.

Une section transversale de la base de l'axe hypocotylé d'une plantule de colza, ayant deux petites feuilles, montre une différenciation intense des éléments secondaires, perpendiculairement à la lame ligneuse primitive.

La région de l'étranglement présente à peu près le même aspect que chez les choux, surtout le *Br. oleracea* sauvage.

A la partie supérieure du cylindre central, dans la partie où la moelle commence à se montrer, l'aspect n'est plus tout à fait le même.

Chez le *Br. oleracea*, à ce niveau, le cylindre central est franchement elliptique : il est presque circulaire chez le colza.

Les formations secondaires libéro-ligneuses du chou sauvage et de tous les choux, sans exception, forment des arcs plus ou moins continus *s'étendant d'un bout à l'autre du cylindre central*, dans le sens du plus grand diamètre, et enveloppent complètement, sur les côtés, les faisceaux de bois primaire : chez le colza ces formations occupent un espace un peu plus restreint.

Pourtant, quelques cloisonnements de cellules, très actifs, vis-à-vis des anciens faisceaux du liber, continuent tout autour du cylindre central, même au delà du bois primaire : ce caractère rapproche le colza des choux.

Chez ces derniers, le bois primaire et le métaxylème disparaissent peut-être plus lentement que chez le colza.

Des fibres, extérieures au cylindre central, se différencient le long des arcs libéro-ligneux, bordant le liber.

Les vaisseaux du bois sont d'assez fort calibre ; de chaque côté du cylindre central, ils sont groupés en une seule masse et ne forment pas avec le liber des faisceaux libéro-ligneux distincts réunis par une assise génératrice, comme chez les choux.

Les fibres, différenciées à l'extérieur du cylindre central, le long des arcs libéro-ligneux, sont séparées d'un côté en deux amas, indiquant par là que le faisceau libérien primitif s'est reconstitué difficilement.

RADIS

Radis demi-long rose à bout blanc. — A la base de l'axe hypocotylé d'une plantule ayant deux très petites feuilles, les vaisseaux unissant les deux faisceaux ligneux primaires en une lame unique sont plus larges que chez les choux.

Dans la région de l'étranglement, le liber forme, de chaque côté, une petite masse très peu allongée, non triangulaire. L'assise génératrice, disposée uniquement le long de ces faisceaux libériens, produit à l'intérieur de gros vaisseaux de bois.

A un niveau un peu supérieur (fig. 22) quelques cellules de la moelle se montrent au centre du cylindre central, dont la section transversale est elliptique.

Le liber s'étend un peu, parallèlement au plus grand diamètre du cylindre central. Les faisceaux ligneux primaires ont complètement disparu et ne sont plus représentés que par un petit bourrelet. Quelques éléments de métaxylème, différenciés obliquement, sont également en train de disparaître.

Les vaisseaux de bois secondaires, issus de l'assise génératrice, sont de très gros calibre.

L'ensemble des formations secondaires a la forme

d'un rectangle dont le grand côté est perpendiculaire au grand axe du cylindre central : cette disposition n'existe pas chez les choux.

*Les faisceaux de bois primaire restent en dehors des arcs libéro-ligneux, et aucun cloisonnement de cellules ne se montre ni le long de ces faisceaux ni au delà : ce caractère sépare complètement le radis des *Brassica* étudiés jusqu'ici.*

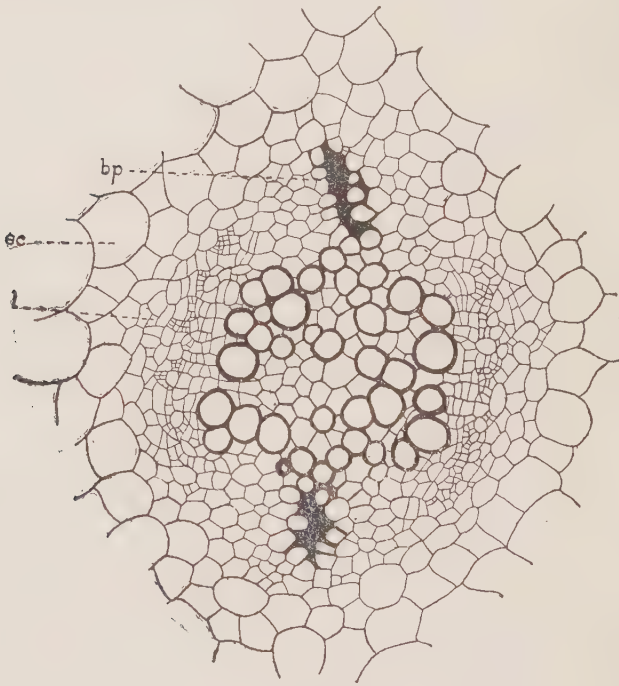


FIG. 22. — G. 150.

Les cellules de parenchyme, situées de part et d'autre des masses ligneuses primitives, sont assez larges.

Les cellules de l'épiderme sont saillantes.

A un niveau très élevé du même axe hypocotylé, l'assise génératrice s'allonge et va d'un bout à l'autre du cylindre central, mais elle ne passe pas derrière les anciens faisceaux ligneux primaires.

Les vaisseaux de bois, différenciés aux dépens de l'assise génératrice, sont de calibre moyen et forment avec le liber, auquel ils sont superposés, de petits îlots reliés entre eux par plusieurs rangées de cellules en voie de cloisonnement.

Le cylindre central est bordé extérieurement, le long des arcs libéro-ligneux, par des éléments analogues aux fibres des choux, mais dont les parois sont minces.

SINAPIS

Sinapis alba. — Le cylindre central de l'axe hypocotylé d'une plantule ayant deux petites feuilles a une structure différente de celle des *Brassica*. L'ensemble des formations secondaires est disposé suivant un rectangle, comme dans le radis.

La coupe qui a donné la figure 23 a été faite à un niveau beaucoup plus élevé que la région de l'étranglement ; aussi la moelle *m* se montre-t-elle largement.

Le cylindre central a une section transversale presque circulaire, tandis qu'il est elliptique chez les *Brassica*.

Ce caractère éloigne plus du chou la moutarde que le radis.

Les faisceaux ligneux primaires bp restent en

dehors des formations secondaires, ce qui, à un niveau comme celui reproduit par la figure 23, n'existe jamais chez les choux.

Les vaisseaux de bois produits par l'assise génératrice *ag* sont de plus faible calibre que ceux du *Radis*, mais ils sont plus gros que ceux de la plupart des choux.

Dans le *Sinapis alba*, l'épiderme comporte aussi

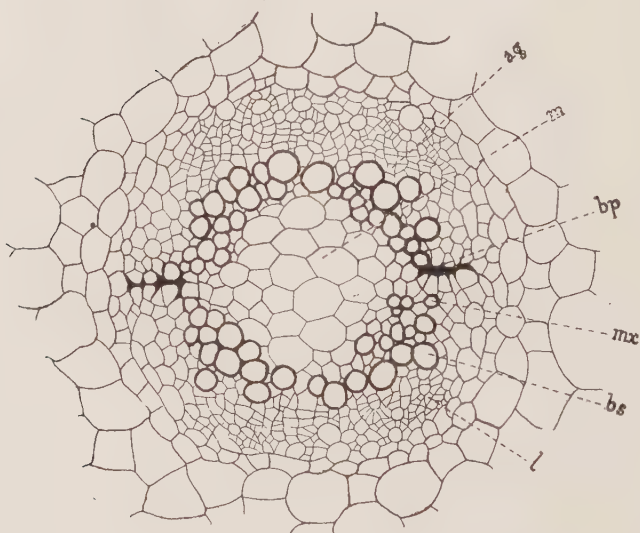


FIG. 23. — G. 150.

des cellules saillantes comme celles de l'épiderme du chou. Ces cellules existent aussi chez le radis et le colza.

L'écorce est composée de grandes cellules à parois minces, les plus larges étant séparées du cylindre

central par deux ou trois rangées d'éléments plus petits.

Ce tissu présente de nombreux méats, surtout dans la partie la plus rapprochée de l'épiderme.

Sinapis arvensis. — Nous ne décrirons pas en détail l'anatomie de ce *Sinapis*, qui est identique à celle du *Sinapis alba* : Les formations secondaires, chez l'un comme chez l'autre, disposées suivant un rectangle dont le grand côté est perpendiculaire au grand axe du cylindre central, n'enveloppent pas le bois primaire. Ce stade toutefois est très fugace chez le *Sinapis arvensis* et pourrait échapper à l'observation.

Nous insistons sur cette structure qui, d'après nous, caractérise le genre *Sinapis*.

Sinapis nigra. — Chez une plantule dont les cotylédons se sont déjà séparés l'un de l'autre, le parenchyme cortical est très mou, n'offre aucune résistance, d'où la difficulté de faire des coupes.

A la base de l'axe hypocotylé, des vaisseaux de métaxylème sont différenciés de part et d'autre de la lame ligneuse primitive, en direction centrifuge.

L'ovale du cylindre central est peu accusé et se réduit presque à un cercle.

Les faisceaux libériens s'allongent à peine.

A la partie supérieure de l'hypocotyle, l'assise génératrice est considérable, mais elle n'a encore produit aucun vaisseau ligneux lignifié.

Lorsque la plantule a deux petites feuilles et que les formations secondaires sont bien apparentes, le

cylindre central, dans sa partie supérieure, a un contour à peu près *circulaire*.

De plus, le bois primaire reste *en dehors des formations secondaires*.

Ce caractère et le précédent classent cette plante parmi les *Sinapis* et non parmi les *Brassica*.

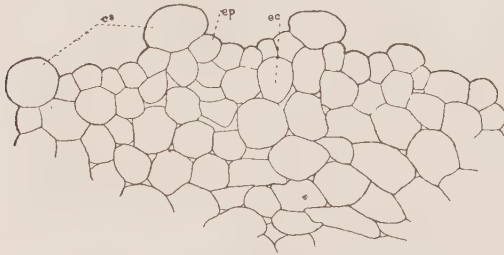


FIG. 24. — G. 75.

La figure 24 permet de voir combien les cellules épidermiques se renflent en leur milieu et font saillie au dehors. On remarque quelques lacunes dans l'écorce, surtout à la périphérie.

CHOU DE CHINE ET PETAÏ

Nous réunissons en un seul groupe ces deux plantes, qui anatomiquement se ressemblent beaucoup et ne peuvent, selon nous, être rangées parmi les choux, malgré leur nom.

Nous verrons, après les avoir étudiées complètement dans toutes leurs parties, s'il faut les laisser parmi les *Brassica*, ou les classer parmi les *Sinapis*.

Petaï. — Dans la région de l'étranglement de

l'axe hypocotylé d'une très jeune plantule, le cylindre central est peu allongé. Les faisceaux libériens forment de longues bandes, comme chez les choux de Milan, et sont épais.

Une assise génératrice commence à se former et les cloisonnements de cellules, peu importants il est vrai, continuent même au delà du liber, le long des faisceaux ligneux. Ceux-ci sont bien développés et s'élargissent latéralement par l'adjonction de quelques vaisseaux de métaxylème différenciés obliquement.

A la partie supérieure de l'axe hypocotylé, les faisceaux de bois primaire pénètrent dans les cotylédons, accompagnés chacun de deux demi-faisceaux de liber; dans ces faisceaux de bois, les vaisseaux sont disposés suivant un V dont l'angle assez aigu est tourné vers l'extérieur.

Chez un Petsai ayant deux petites feuilles, même au-dessous de la région de l'étranglement, les formations secondaires sont si abondantes qu'elles enveloppent complètement les faisceaux primaires. L'assise génératrice présente *partout la même épaisseur* et produit, aussi bien sur les côtés du cylindre central que derrière les masses ligneuses primitives, d'abondants vaisseaux de bois.

Ces caractères, qui semblent une exagération de ceux des choux, ne permettent pas de ranger anatomiquement le Petsai parmi les Brassica.

Chou de Chine. — Chez cette plante comme chez la précédente, tous les tissus, sauf le ligneux, sont excessivement peu résistants.

Toutes deux également ont leur écorce composée de grandes cellules à parois minces.

A la base de l'axe hypocotylé d'une plantule ayant un très petit bourgeon (fig. 25), les productions secondaires entourent entièrement la lame ligneuse primitive qui existe encore au milieu du cylindre central.

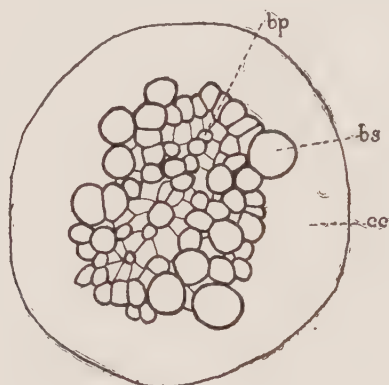


FIG. 25. — G. 100

Les vaisseaux de bois, issus de l'assise génératrice qui a partout la même épaisseur, augmentent de calibre à mesure qu'ils se rapprochent de la périphérie.

Le cylindre central est presque circulaire.

En comparant la figure 25 du chou de Chine à la figure 20 du chou-rave blanc hâtif de Vienne représentant toutes deux des coupes faites dans des régions analogues, chez des plantes de même âge, on voit combien l'anatomie du Chou de Chine diffère de celle du chou-rave, et des choux en général.

La partie inférieure du cylindre central d'une

plantule ayant deux feuilles prend la forme d'une ellipse dont le grand axe est perpendiculaire à la lame ligneuse primitive, forme que nous avons toujours observée jusqu'ici.

Les vaisseaux de bois sont de gros calibre.

Au-dessus de la région de l'étranglement, le cylindre central possède des caractères différents de ceux des choux et des *Sinapis* (fig. 26).

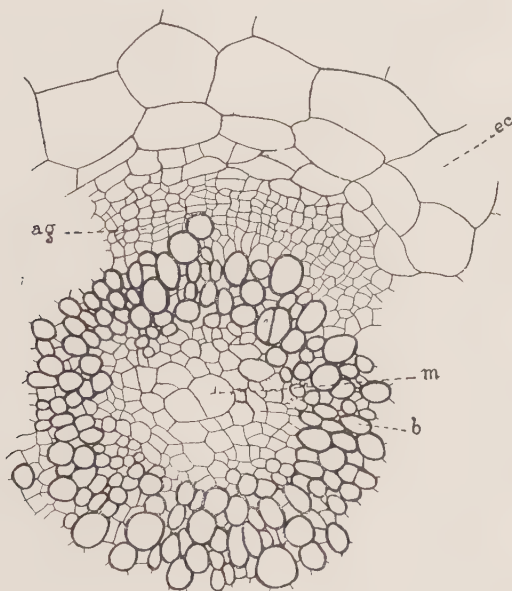


FIG. 26.—G. 100.

Les vaisseaux de bois, très nombreux, différenciés à l'intérieur de l'assise génératrice, ont presque le même diamètre que ceux de la base de l'hypocotyle.

Le cylindre central a une section transversale circulaire jusqu'au sommet de l'axe hypocotylé ; à peine

est-il un peu elliptique dans la région où les faisceaux primaires passent dans les cotylédons.

La moelle alors est composée de cellules très grandes, surtout au centre. Les vaisseaux de bois secondaire constituent un anneau complet ayant partout la même épaisseur, au lieu d'être groupés en îlots formant avec le liber, auquel ils sont superposés, des faisceaux reliés par une assise génératrice.

*
* *

A la suite du groupe *Petsai-Chou de Chine* nous étudierons quelques plantes que les auteurs rangent tantôt parmi les *Brassica*, tantôt parmi les *Sinapis* ; leur anatomie permettra, peut-être, de voir à quel genre ils doivent être rattachés.

Brassica carinata. — La structure se rapproche tellement de celle du *Br. oleracea* primitif qu'on pourrait le prendre pour un chou : ce sont les mêmes cellules saillantes de l'épiderme, mêmes formations secondaires libéro-ligneuses s'étendant d'un bout à l'autre du cylindre central, mêmes faisceaux libéro-ligneux reliés entre eux par une assise génératrice. Tous ces caractères sont ceux d'un *Brassica*.

Brassica incana. — Par son anatomie, ce *Brassica* pourrait être rattaché au groupe *Petsai-Chou de Chine*. On l'avait d'ailleurs séparé des *Brassica* pour en faire un *Hirschfeldia*. Le cylindre central d'une plantule ayant deux très petites feuilles présente le même aspect que chez le *Petsai*. Au-dessous de la région de l'étranglement, l'assise génératrice, égale-

ment épaisse partout, produit à l'intérieur de nombreux vaisseaux de bois de faible calibre.

A la partie supérieure de l'hypocotyle, les formations libéro-ligneuses sont massées surtout en quatre groupes principaux : ces groupes sont situés aux extrémités du grand axe et du petit axe du cylindre central. Des fibres entourent extérieurement tout l'appareil vasculaire, principalement le long des arcs libéro-ligneux.

L'écorce, composée de larges cellules, est limitée par un épiderme dont les éléments saillants sont très développés.

Les deux premières feuilles de cette plante sont si rapprochées l'une de l'autre qu'elles semblent opposées.

Les nervures latérales naissent de la nervure médiane.

Sinapis pekinensis. — L'écorce et l'épiderme aux cellules saillantes ressemblent aux tissus analogues des choux. Les formations secondaires des arcs libéro-ligneux s'étendent *presque* d'un bout à l'autre du cylindre central, enveloppant un peu latéralement le bois primaire : c'est un type intermédiaire entre le colza et les *Sinapis*.

CRAMBÉ

Crambé maritima. — **Chou marin.** — Toutes les plantes examinées jusqu'ici, à quelque genre qu'elles appartiennent, possèdent, quand elles sont

jeunes, la structure alterne sur la plus grande partie de leur axe hypocotylé ; la disposition superposée des faisceaux libéro-ligneux n'est acquise que près des cotylédons.

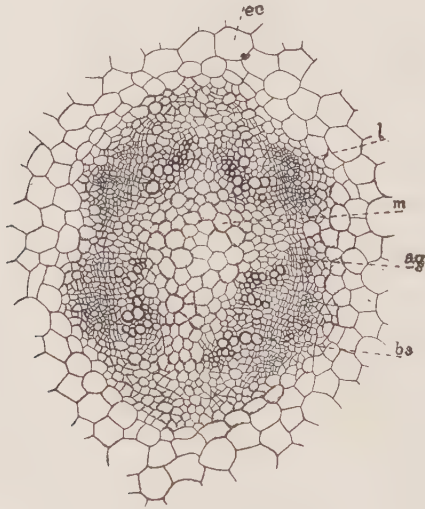


FIG. 27. — G. 150.

Avec le Crambé c'est le contraire qui se produit :

Dès la base du cylindre central, de part et d'autre de chaque faisceau de bois primaire, de gros vaisseaux de métaxylème se différencient, d'abord obliquement, puis dans la direction centrifuge, pour aller se superposer au liber.

Celui-ci est divisé d'abord en deux masses séparées par un parenchyme à petits éléments ; puis quelques cellules se cloisonnent, ébauchant une assise génératrice ; ces cloisonnements s'étendent ensuite d'un bout à l'autre du cylindre central.

La moelle, abondante, comprend des éléments dont

le calibre augmente de bas en haut de l'hypocotyle.

L'écorce est très développée et ses cellules sont relativement petites. De même l'épiderme n'a que de petites cellules ayant toutes le même diamètre : aucune d'elles n'est saillante. Ces deux derniers tissus ont le même aspect que l'écorce et l'épiderme de la tige des autres plantes étudiées.

En résumé, chez le Crambé, l'axe hypocotylé considéré comme prolongement de l'embryon est très rudimentaire.

La différenciation de la plante en tige et racine se fait rapidement dès la base même du cylindre central.

Le Crambé est donc nettement séparé des *Brassica*, des *Sinapis*. Ses caractères morphologiques le classent d'ailleurs même dans une autre tribu.

CONCLUSIONS

Nous résumerons l'étude que nous venons de faire du développement de l'axe hypocotylé, en répartissant les plantes dont nous nous sommes occupée en trois groupes :

1° Ce groupe comprend les plantes qui, lorsqu'elles ont un bourgeon ou deux petites feuilles, possèdent des arcs libéro-ligneux s'étendant d'un bout à l'autre du cylindre central, de façon à envelopper, sur les côtés, les faisceaux ligneux primaires : cette disposition caractérise le genre *Brassica* ;

2° Les productions secondaires, affectant la forme

d'un rectangle dont le grand côté est perpendiculaire au principal diamètre du cylindre central, dans la région où la moelle commence à se montrer, et n'enveloppant pas latéralement les faisceaux de bois primaire, se rencontrent dans le genre *Sinapis* ;

3° Enfin une troisième catégorie de plantes, chez lesquelles l'assise génératrice libéro-ligneuse fonctionne de la même façon, tout autour du cylindre central, enveloppant complètement le bois primaire, constituera, pour nous, le groupe *Petsai-Chou de Chine*.

Nous nous bornerons à essayer de classer les choux d'après leurs caractères anatomiques.

Dans le cylindre central d'une plantule à cotylédons encore appuyés l'un contre l'autre par leur face supérieure, nous avons distingué trois parties :

- 1° La base ;
- 2° La région de l'étranglement ;
- 3° La région où la moelle commence à se montrer au centre du cylindre central.

La base ne varie presque pas dans les diverses variétés de choux ; tout au plus peut-on noter, chez quelques choux, un étirement du cylindre central dans le sens du plus grand diamètre. Elle offre peu d'intérêt.

La région de l'étranglement permet de déterminer la forme des faisceaux libériens, laquelle a une grande importance dans la classification des choux. Nous avons choisi cette région parce que, comme l'on

sait, elle est très caractérisée chez des plantes d'un certain âge, ayant, par exemple, deux feuilles.

Chez des plantules très jeunes, elle est reconnaissable : 1° par la réduction du calibre des gros vaisseaux situés au centre du cylindre central, vaisseaux qui, à un niveau inférieur, unissent les deux faisceaux ligneux primaires en une seule lame ; 2° par l'apparition de vaisseaux de métaxylème différencié au centre du cylindre central.

A partir de cette région, la structure du cylindre central se modifie.

La troisième partie remarquable de l'axe hypocotylé est celle où la moelle commence à se montrer. Les deux faisceaux ligneux primaires s'éloignent alors l'un de l'autre pour pénétrer dans le cotylédon vis-à-vis duquel ils se trouvent respectivement et chacun d'eux entraîne avec lui les deux demi-faisceaux libériens qui le bordent de chaque côté.

Chaque faisceau libérien se divise donc en deux parties, à un certain niveau de l'axe hypocotylé ; ces divisions persistent plus ou moins longtemps. Chez certains choux, des cloisonnements de cellules reconstituent les faisceaux très rapidement, si bien que dans une plantule dont les cotylédons sont encore enfermés dans leur gaine, c'est à peine si un léger amincissement de la partie médiane des faisceaux du liber indique qu'il y a eu scission : c'est, par exemple, le cas du *Brassica oleracea* sauvage.

Le cas extrême, où la division persiste longtemps, se rencontre chez les choux-fleurs ; là, même chez

une plantule ayant deux petites feuilles et possédant des formations secondaires très développées, au niveau où apparaît la moelle les faisceaux libériens restent divisés en deux parties.

Un peu au-dessus de cette région, les faisceaux se soudent de nouveau.

De bas en haut du cylindre central de l'axe hypocotylé d'une plantule de chou-fleur ayant deux petites feuilles, une série de sections transversales montrent, pour les faisceaux libériens, les dispositions suivantes :

- 1° Les faisceaux sont entiers ;
- 2° Chacun d'eux est divisé en deux parties ;
- 3° Ils se reconstituent à l'aide de formations secondaires.

Au niveau où se séparent les cotylédons, il est évident que les faisceaux libériens primaires sont définitivement séparés en deux moitiés, puisque chaque moitié pénètre dans le cotylédon vis-à-vis duquel il se trouve. Il n'y a donc, dans la tige, que des formations secondaires.

D'après les caractères qui viennent d'être énumérés, on peut classer les diverses variétés de choux en se basant :

- 1° Sur la forme du cylindre central ;
- 2° Sur celle des faisceaux libériens ;
- 3° Sur la division plus ou moins persistante de ces faisceaux.

On obtient alors les tableaux suivants :

Faisceaux libériens triangulaires	Faisceaux allongés ou assez allongés	Faisceaux tendant à rester divisés	Faisceaux divisés temporairement	Faisceaux à division persistante
Br. oleracea sauvage. Chou cabus de Brunswick. Chou cabus quintal d'Alsace. Chou fourrager cavalier. Chou frisé rouge. Chou palmier. Chou cabus de Schweinfurt.	Chou de Bruxelles ordinaire. Chou de Milan à grosse côte. Chou frisé vert grand. Chou rave blanc.	Chou cabus très hâtif d'Etampes. Chou de Bruxelles nain. Chou de Milan petit hâtif d'Ulm. Chou navet blanc hâtif. Rutabaga à collet vert. Chou rave violet.	Chou moellier. Brocoli.	Tous les choux-fleurs.
Cylindre central peu allongé		Cylindre très allongé		
Br. oleracea sauvage. Choux cabus de Brunswick, de Schweinfurt, d'Etampes. Choux de Bruxelles nain et ordinaire. Chou de Milan à grosse côte. Choux frisés vert et rouge. Chou fourrager. Chou palmier. Chou navet blanc et rutabaga. Choux raves blanc et violet. Brocoli.		Chou cabus quintal d'Alsace. Chou de Milan petit hâtif d'Ulm. Chou moellier.		
Cylindre spécial				

Le *Brassica oleracea*, type primitif, possède un cylindre central peu allongé et des faisceaux libériens triangulaires. Ce dernier caractère se rencontre chez les choux cabus de *Brunswick*, de *Schweinfurt* et *quintal d'Alsace*, chez le *chou fourrage cavalier*, le *chou palmier*. Nous rangeons dans la même catégorie le *chou frisé rouge*, bien que ses faisceaux ne soient pas tout à fait triangulaires.

Le second et le troisième groupe se partagent les *choux cabus*, *choux de Bruxelles*, *choux de Milan*, *choux-raves*.

Il n'y a que les choux-fleurs qui constituent un groupe parfaitement homogène, tant pour la forme des faisceaux libériens que pour celle du cylindre central. Ce dernier caractère a d'ailleurs peu de valeur pour la classification, puisque presque tous les choux ont la même forme de cylindre central.

Quant aux faisceaux libériens, ils présentent, comme on vient de le voir, tous les intermédiaires entre les faisceaux triangulaires et compacts du *Br. oleracea* et ceux si profondément divisés, des choux-fleurs.

Comme il a été dit au début de ce travail, l'hypothèse doit jouer ici un grand rôle pour suppléer, en partie, à la disparition des éléments qui reliaient le type primitif du *Br. oleracea* aux choux actuellement connus.

Il est permis de supposer, par exemple, que les formes si variées des faisceaux libériens ne sont dues qu'au genre de culture spéciale que l'on a fait subir à

chaque groupe de choux, pour lui donner des caractères distinctifs.

Il a fallu, en quelque sorte, obliger la plante à faire un effort pour modifier tour à tour ses feuilles, sa racine principale, sa tige, ses bourgeons, son inflorescence et cet effort a eu certainement une répercussion sur l'anatomie : plus la modification était difficile à obtenir, plus l'anatomie a été troublée.

On pourrait, peut-être, avancer aussi que ces troubles s'atténuent peu à peu et qu'une variété cultivée de la même façon, depuis très longtemps, tend à reprendre une structure normale se rapprochant plus ou moins de la structure initiale.

De nos jours, nous pouvons encore assister à des modifications analogues ; nous voyons en effet, que dans un même groupe de choux, par exemple les cabus, les uns ont des faisceaux libériens triangulaires et entiers, comme ceux du type primitif, tandis que d'autres ont une tendance à rester divisés.

Or, en considérant ces choux d'après leur degré de précocité indiqué par le catalogue général de graines de la maison Vilmorin-Andrieux, on voit que le type le moins hâtif des choux cabus est le chou quintal d'Alsace : son anatomie se rapproche le plus de celle du *Br. oleracea* sauvage, tandis que celle du chou cabus très hâtif d'Etampes, chou très précoce, en est le plus éloigné.

Parmi les choux de Milan, la variété à grosse côte, la moins hâtive de toutes, conserve ses faisceaux

entiers, et le chou petit hâtif d'Ulm, l'un des choux de Milan les plus précoces, tend à laisser ses faisceaux divisés.

Même phénomène chez les frisés où la variété la moins précoce, le chou frisé rouge à pied court, se rapproche davantage du type primitif.

Les choux-navets étudiés dans cette thèse sont tout deux au même stade et reconstituent difficilement leurs faisceaux libériens.

Chez les choux de Bruxelles, c'est la variété la moins précoce dont les faisceaux restent le plus longtemps divisés ; mais on remarquera que cette variété est *naine*, ce qui peut-être modifie l'anatomie de la plante d'une façon spéciale.

De même c'est le chou-rave *violet*, le moins hâtif, qui a des faisceaux divisés, tandis que ceux du chou-rave blanc restent entiers.

La comparaison entre ces deux choux-raves n'est peut-être pas tout à fait exacte à cause de leur différence de couleur : cela pourrait être un cas particulier, bien que, pour les choux frisés, la couleur n'a aucune influence sur l'anatomie.

Quant aux choux-fleurs, ils ont tous la même structure ou à peu près ; mais le brocoli ou chou-fleur d'hiver, qui est beaucoup plus lent à pousser, reconstitue ses faisceaux libériens bien plus rapidement que les choux-fleurs.

Le chou fourrager cavalier et le chou palmier, cultivés pour le bétail, ressemblent anatomiquement au *Br. oleracea* ; le chou moellier, type obtenu peut-

être récemment, possède à la fois un cylindre central très allongé et des faisceaux libériens à division temporaire.

On peut conclure de cette étude que dans chaque groupe de choux, ce sont généralement les types les moins précoces dont l'anatomie est le moins troublée et se rapproche davantage de celle de la plante mère.

Les types les plus hâtifs, résultat probable d'une culture plus intensive, s'éloignent anatomiquement du *Br. oleracea* sauvage en raison directe de leur précocité.

Dans chaque groupe de choux, il semble donc se produire, sous l'influence de la culture, une sorte d'évolution, ébauche de celle qui, à travers les âges, a donné naissance à toutes les variétés de choux actuellement connues.

CHAPITRE II

DÉVELOPPEMENT DU PÉTIOLE

Lorsque les choux cultivés pour l'alimentation sont parvenus à l'état adulte, les différences d'aspect qu'ils présentent sont telles que personne ne confondra les choux-fleurs avec les choux de Bruxelles ou les choux-navets avec les choux de Milan.

Si l'on veut distinguer les uns des autres des individus provenant des subdivisions d'une même

variété comme, par exemple, le chou-fleur dur de Hollande et le chou-fleur géant d'automne, la difficulté devient plus grande ; elle est presque insurmontable si, au lieu de plantes âgées, l'on considère un semis où poussent les différentes variétés que nous avons étudiées ; des plantules n'ayant que deux ou trois feuilles ont toute la même apparence.

Il est probable qu'à un stade plus avancé il se manifeste des changements dans la morphologie externe de tous ces choux ; les caractères qui leur sont propres doivent s'accuser peu à peu.

Mais l'examen des feuilles, sans doute très instructif, nous aurait entraînée loin du but de nos recherches qui doivent rester purement anatomiques.

Aussi avons-nous mieux aimé étudier le développement du pétiole, lequel est très intéressant.

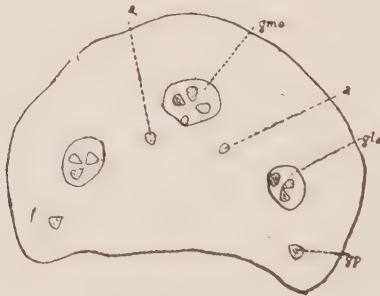


FIG. 28. — G. 25

Brassica oleracea sauvage. — Si l'on fait une section transversale dans le pétiole de la quatrième feuille de cette plante, on voit que la largeur de ce pétiole est plus considérable que la hauteur, celle-ci étant le plan de symétrie.

Les cellules de l'épiderme, petites et de même diamètre, ont des parois peu épaissies.

L'écorce comprend, sur toute la région dorsale, deux ou trois rangées de cellules à peine plus grandes que celles de l'épiderme ; puis viennent d'autres rangées de cellules arrondies dont le calibre augmente de la périphérie vers le centre. Les plus grands éléments se trouvent au milieu, dans toute la partie correspondant à la moelle de la tige ; ils arrivent presque en contact avec l'épiderme de la face interne. Ce parenchyme médullaire présente des méats souvent assez considérables et quadrangulaires.

Trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux et deux très petits sont disposés en arc de cercle ; la section ayant été faite au voisinage du limbe, on voit plusieurs anastomoses de faisceaux libéro-ligneux se rendant dans les feuilles ; deux d'entre elles, *a, a*, pourraient être prises pour des groupes moyens de faisceaux.

Les petits groupes de faisceaux *gp* sont très réduits.

Des trois grands groupes de faisceaux, le médian *gmc* est le plus développé et se compose de trois faisceaux, disposés en demi-cercle, et d'un quatrième faisceau, plus petit, placé du côté de la moelle ; ce petit faisceau ressemble à une ramification comme *a a*.

Ces faisceaux sont séparés, dans un même groupe, par un tissu dont les parois sont un peu épaissies.

Des fibres, ayant également des parois épaissies,

bordent extérieurement tous les faisceaux, même ceux des petits groupes et des ramifications : nous avons déjà observé ces fibres dans l'axe hypocotylé et les cotylédons.

Les grands groupes latéraux *gla* de faisceaux libéro-ligneux ont la même structure que le groupe médian.

Une coupe du pétiole de la première ou de la seconde feuille du *Brassica oleracea* montre que ces pétioles n'ont pas la même forme que celui de la quatrième feuille ; la hauteur et la largeur sont presque égales.

Il n'y a que trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux et deux petits : les moyens n'existent pas. La figure 29 montre le groupe médian du pétiole de la première feuille, vu à un fort grossissement.

Parmi les éléments à parois épaissies qui occupent le centre de la figure 29, on remarque de petits amas noirs, indices de vaisseaux de bois disparus. Chez un pétiole très jeune, qui vient de se former, on voit, en effet, que dans chaque groupe de faisceaux il n'y a d'abord que quelques vaisseaux de bois situés presque au centre du groupe. A ces vaisseaux s'en ajoutent bientôt d'autres, différenciés dans le sens centrifuge ; puis les vaisseaux les premiers formés se résorbent et à leur place se forme un tissu comme celui que représente la figure 29. Ce n'est donc qu'un tissu conjonctif comparable à la fausse moelle qui apparaît dans le cylindre central de l'axe

hypocotylé, après la disparition des faisceaux ligneux primaires et du métaxylème : c'est un résidu du système ligneux.

Ce tissu reste toujours cellulosique comme les fibres qui bordent extérieurement le liber.

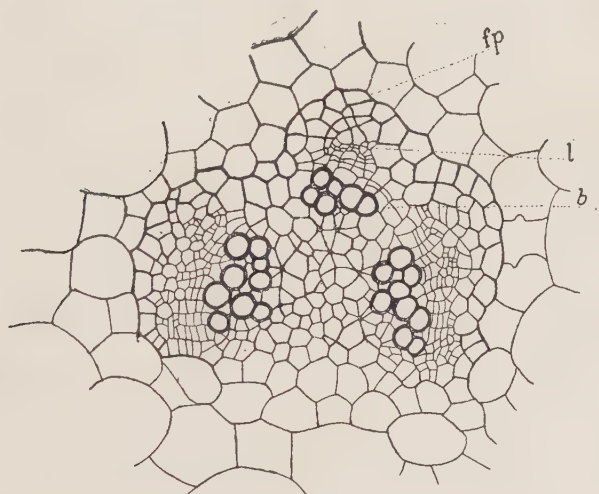


FIG. 29. — G. 150

Cette structure s'observe aussi dans les cotylédons chez quelques choux, surtout lorsqu'ils sont un peu âgés ; des fibres envahissent les rayons interfasciculaires des groupes de faisceaux libéro-ligneux et viennent rejoindre le tissu à parois épaissies dont nous venons de parler, de sorte que les faisceaux sont noyés au milieu d'éléments à fortes membranes.

Des auteurs, notamment MM. Dennert et Borzi, ont trouvé, dans les Crucifères, des faisceaux libéro-ligneux produisant à l'extrémité interne des fais-

ceaux, par conséquent du côté de la moelle, du *liber interne*.

M. Borzi (1) résume ses recherches de la façon suivante :

« 1° Dans le *Brassica fruticulosa* et dans l'*Erucastrum virgatum*, les faisceaux libéro-ligneux ont une portion interne de caractère libérien : ils sont pour cela bicollatéraux au vrai sens;

2° Le liber interne naît surtout du méristème primitif, mais le cambium peut ajouter de nouveaux éléments libériens, qui, ainsi en voie centrifuge, concourent à l'accroissement du volume du cordon libérien initial;

3° Le cambium conserve la faculté d'engendrer encore dans le sens centrifuge de nouvelles couches de phloème secondaire, soit en forme de zones continues concentriques à l'axe, soit plus ou moins par des espaces interrompus, qui restent adossés au bois secondaire qui y est inclus;

4° Quelques faisceaux de la tige manquent de liber interne et le bois primaire est représenté seulement par un petit nombre de fibres ligneuses. »

M. John Briquet (1), dans une étude très minutieuse de l'anatomie d'un certain nombre de Crucifères, déclare n'avoir jamais vu, dans cette famille, de faisceaux bicollatéraux. Pour cet auteur, ce que

1. Borzi. *Contribuzione alla conoscenza dei fasci bicolaterali delle Crocifere e delle anomalie di essi* (Malpighia, t. V, p. 316-330, 1892).

MM. Dennert et Borzi appellent *liber interne* serait de l'*endoxyle*, tissu ligneux qui n'a rien de commun avec la moelle et le liber interne.

Qu'il nous soit permis d'ajouter que, dans nos recherches, nous n'avons jamais trouvé, ni dans l'axe hypocotylé, ni dans la tige, ni dans les pétioles, un tissu comparable à du liber interne.

Chou cabus de Brunswick. — En faisant une section transversale dans le pétiole de plusieurs feuilles d'un même chou, on s'aperçoit que la forme du pétiole n'est pas la même pour toutes les feuilles, ce que nous avons déjà vu chez le *Brassica oleracea*.

Pour le chou cabus de Brunswick, le pétiole de la première feuille a la forme du schéma de la figure 30 : la hauteur est presque égale à la largeur. Trois faisceaux libéro-ligneux sont placés comme les sommets d'un triangle équilatéral.

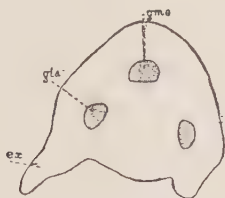


FIG. 30.

La deuxième feuille du même chou présente une section un peu plus aplatie ; la longueur est un peu supérieure à la hauteur. Ce n'est que la troisième

1. John Briquet. *Sur quelques points de l'anatomie des Crucifères et des dicotylées en général.*

feuille qui atteint la forme définitive aplatie où la largeur est près du double de la hauteur.

En faisant des coupes dans la gemmule d'une plantule dont les cotylédons ne sont pas complètement développés, on voit que le pétiole de chaque feuille naît avec la forme qui lui est propre et qui ne se modifie pas avec l'âge.

Lorsque l'on veut se servir de la forme et des caractères anatomiques des pétioles pour distinguer les unes des autres les variétés d'une même espèce végétale, moyen d'ailleurs excellent, indiqué par M. Petit (1), il faut donc, avant tout, rechercher la forme véritable du pétiole de chaque plante, sous peine de s'exposer à de graves erreurs.

Le mieux est de ne jamais comparer que les pétioles des feuilles *de même ordre* ; car, au voisinage de l'axe floral, la forme des pétioles s'altère : ainsi dans le *Br. oleracea* type, la hauteur devient près de deux fois plus considérable que la largeur.

Pour le chou cabus de Brunswick, la petite expansion latérale existe aussi bien dans la première feuille que dans les suivantes.

Toutes nos coupes ont été faites près du limbe, région désignée par M. Petit comme caractéristique de la forme du pétiole.

Dans le pétiole de la troisième feuille, d'un seul

1. L. Petit. *Le pétiole des dicotylédones* (Mém. de la Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux, 3^e série, t. III, 1887).

Nouvelles recherches sur le pétiole des phanérogames (Actes de la Soc. linnéenne de Bordeaux, 1889).

côté de la face interne, il y a, comme nous l'avons dit, une petite expansion latérale *ex*.

Les éléments de l'épiderme, de l'écorce et de la moelle sont disposés à peu près comme chez le chou sauvage. Les cellules de l'expansion latérale sont petites comme celle des assises externes de l'écorce.

Les méats, nombreux, surtout dans la moelle, sont souvent en forme de rectangle allongé.

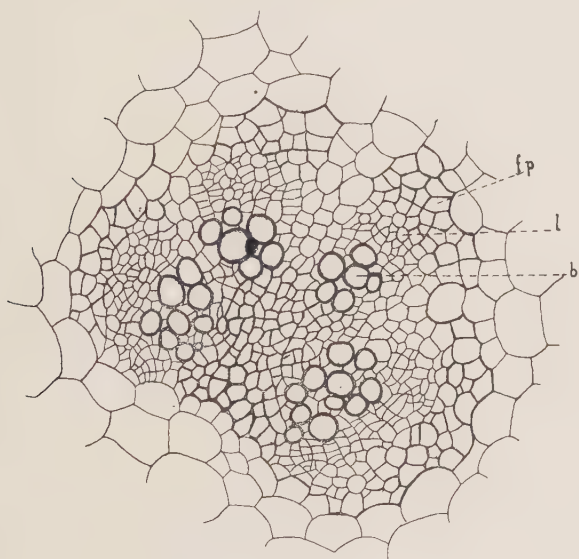


FIG. 31.

Des trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux le médian est le moins développé ; il comprend quatre faisceaux, comme les groupes latéraux.

L'un des groupes moyens manque.

La figure 31 reproduit le groupe médian.

Les éléments du centre de ce groupe ont des parois

plus épaisses que ceux du tissu analogue du *Brassica oleracea*.

Les fibres bordant extérieurement le liber sont également abondantes et à fortes membranes.

Tous ces tissus restent cellulodiques comme dans l'axe hypocotylé.

La même disposition se retrouve dans tous les faisceaux des ramifications, si petits qu'ils soient.

Chou cabus quintal d'Alsace. — Par une section transversale du pétiole de la première feuille, on voit que la largeur de ce pétiole est à peine supérieure à la hauteur. A chaque extrémité existe une petite expansion prolongée par une autre plus petite; c'est presque la forme du premier pétiole du chou de Brunswick. Cette expansion disparaît presque avec le pétiole de la seconde feuille.

Dès la troisième feuille, la face interne du pétiole est à peu près rectiligne; elle est même légèrement relevée aux extrémités.

Les trois faisceaux libéro-ligneux principaux ne se modifient guère de la première feuille à la troisième; dans celle-ci se remarquent deux groupes moyens qui n'existent pas dans la première; ils sont d'ailleurs assez peu importants.

Le pétiole de la troisième feuille a la forme d'un triangle isocèle, aux angles arrondis, dont la hauteur est plus petite que la largeur.

L'épiderme est composé, comme chez tous les choux, de petites cellules ayant toutes le même diamètre.

L'écorce et la moelle ont la même disposition que chez le *Brassica oleracea* ; seulement, dans ces deux régions, de grandes cellules se montrent à côté d'autres plus petites.

Dans la section, on distingue trois groupes principaux de faisceaux libéro-ligneux, le médian étant le plus développé ; deux groupes moyens et deux petits, tous peu considérables. Ça et là quelques ramifications des faisceaux libéro-ligneux disposés irrégulièrement.

Le groupe médian est formé par la réunion de cinq faisceaux plus ou moins séparés par des rayons que constitue un parenchyme dont les éléments sont petits et à parois minces. De même au centre du groupe les parois sont peu épaissies.

Dans chaque faisceau, les vaisseaux les premiers apparus se résorbent et ne sont plus indiqués que par de très petits amas.

Le **Chou cabus de Schweinfurt** a également un pétiole dont la largeur est plus grande que la hauteur ; la face interne de ce pétiole est concave, forme qui lui est particulière.

L'épiderme est à cellules relativement grandes. Les trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux sont remarquables par l'épaisseur des parois de tous leurs éléments. Ces groupes forment des masses très compactes.

Chou cabus d'York gros. — Le pétiole présente, à chacune de ses extrémités, une expansion latérale dont la plus longue est à peu près égale à la

moitié de la longueur du limbe. Ces expansions se recourbent du côté de la face dorsale.

Les faisceaux composant les groupes sont assez séparés les uns des autres ; les vaisseaux de bois sont de faible calibre, tandis que ceux du chou de Schweinfurt sont assez gros.

Chez le **Chou cabus très hâtif d'Etampes** le pétiole est largement ailé, les expansions latérales étant aussi longues que la largeur. C'est le plus hâtif des choux cabus que nous ayons étudiés.

Le pétiole de tous ces choux présente un caractère commun : la longueur de la section est plus considérable que la hauteur.

CHOUX DE MILAN

Chou de Milan petit hâtif d'Ulm. — Les choux de Milan ont ceci de particulier que dans chaque feuille, surtout les deux premières, disparaît la plus grande partie des formations libéro-ligneuses de la tige, si bien qu'une section transversale pratiquée dans un entre-nœud, juste au-dessus de la région d'où vient de se détacher une feuille, montre que le cylindre central n'a plus qu'un diamètre très réduit et se trouve, généralement, rejeté du côté où était la feuille. Cela est surtout visible chez le chou de Milan petit hâtif d'Ulm.

Le pétiole de la première feuille affecte une forme presque circulaire, avec une petite échancrure sur la

face interne. Il reçoit trois gros faisceaux. Le pétiole de la quatrième feuille a une section transversale semi-circulaire légèrement aplatie. C'est la forme véritable du pétiole de ce chou et elle se rapproche assez de celle du chou cabus quintal d'Alsace.

Les groupes de faisceaux moyens sont assez peu développés, surtout l'un d'eux. Des trois grands groupes principaux, le médian est un peu plus considérable que les deux latéraux.

Les petits groupes sont réduits à un seul faisceau libéro-ligneux et occupent les extrémités de la face interne. Tous ont des vaisseaux de bois de faible calibre.

Au centre des groupes principaux du pétiole, existe une large plage d'éléments à fortes parois ; le liber, comme chez tous les choux, est bordé extérieurement de fibres.

*
* *

Chou Milan gros des Vertus. — Nous n'avons pas parlé de l'axe hypocotylé de ce chou ; nous ne nous occuperons pas non plus de sa racine principale.

La section transversale du pétiole de la troisième feuille est limitée par trois arcs de cercle se coupant deux à deux ; sur la face dorsale surtout, l'angle sous lequel se coupent les arcs voisins est très arrondi.

L'écorce n'a pas de caractères distinctifs, mais la moelle possède de grandes cellules.

Dans le limbe se distinguent trois énormes grou-

pes de faisceaux libéro-ligneux ; le médian, qui est aussi le plus développé, est réniforme et comprend sept faisceaux, tandis que les latéraux, disposés en demi-cercle, en ont cinq. Il existe des éléments à fortes parois à l'intérieur et à l'extérieur de ces faisceaux et même dans les rayons qui les séparent.

Les vaisseaux du bois, peu nombreux, sont de gros calibre.

Les groupes moyens de faisceaux manquent et les petits sont réduits à un seul faisceau.

Chou Milan à grosse côte. — Une section transversale du pétiole de la quatrième feuille montre que ce chou diffère du précédent par deux petites dépressions sur la face interne.

Les cellules de la moelle sont moins grandes ; les petits groupes de faisceaux sont plus développés. En revanche, les grands groupes sont moins considérables. Les vaisseaux du bois ont moins gros calibre. La forme du pétiole de la première feuille ne diffère guère de celle du pétiole de la quatrième. La face interne seule est concave dans la première ; c'est le développement plus considérable de la moelle qui change surtout la forme définitive du pétiole. Celle-ci est à peu près acquise dès la deuxième feuille ; toutefois la face interne est encore presque rectiligne, au lieu de faire saillie vers l'extérieur, comme dans la quatrième.

Quand le pétiole a atteint sa forme définitive, la hauteur de la section est un peu inférieure à la largeur, mais à peine.

CHOUX DE BRUXELLES

Chou de Bruxelles ordinaire. — Le pétiole de ce chou a une forme spéciale, ne ressemblant à celle d'aucun autre (fig. 32).

En section transversale la face interne, rectiligne, du pétiole de la quatrième feuille est limitée, à chaque extrémité, par une petite expansion latérale dont l'une est plus développée que l'autre.

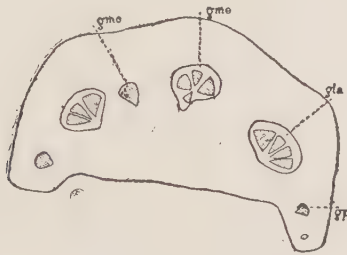


FIG. 32

Les cellules de l'écorce et de la moelle ont des parois très minces.

Le groupe médian *gme* de faisceaux libéro-ligneux est plus petit que les groupes latéraux *gla* ; ceux-ci sont d'ailleurs de grandeur inégale, l'un comprenant quatre faisceaux et l'autre trois.

L'un des groupes moyens *gmo* manque et les deux petits *gp* sont réduits à un seul faisceau.

Dans ces groupes, grands et petits, les fibres internes et externes sont bien développées.

Les vaisseaux de bois sont de gros calibre comme chez les choux de Milan.

Le pétiole de la première feuille est bien différent de celui de la quatrième ; le premier ressemble assez au pétiole du chou de Brunswick, mais sans l'expansion latérale. La hauteur y est plus grande que la largeur et rien ne fait prévoir que la forme définitive de ce pétiole sera aplatie comme dans la figure 32.

La face interne, très légèrement bombée vers l'extérieur, est limitée, à chaque extrémité, par une petite saillie.

Les groupes de faisceaux moyens manquent ; les petits sont rudimentaires et des trois grands groupes, le médian est le plus développé.

Les cellules de l'écorce sont plus grandes que celles de la moelle.

Chou de Bruxelles nain. — La forme définitive du pétiole de ce chou se rapproche beaucoup de celle du pétiole du chou de Milan à grosse côte ; les deux sont semi-circulaires en section transversale et leur hauteur est un peu inférieure à leur largeur. La face interne, très bombée, du chou de Milan est limitée, à chaque extrémité, par une petite saillie faisant suite à une légère dépression.

Bombement et dépressions sont moindres chez le chou de Bruxelles nain et une petite expansion latérale existe d'un côté.

Les cellules de l'écorce et de la moelle ressemblent à celles de toutes les autres variétés.

Le chou de Bruxelles nain n'a pas de groupes

moyens de faisceaux libéro-ligneux ; les petits groupes sont assez réduits ; et des trois grands, c'est le médian qui est le plus considérable ; celui-ci, étalé dans le sens de la largeur, comprend trois gros faisceaux assez éloignés les uns des autres. Entre eux existe une large plage d'éléments à parois très épaissies.

Des fibres les bordent extérieurement, le long du liber.

L'appareil vasculaire est à peine plus développé que chez le chou de Milan.

Le pétiole de la première feuille diffère de celui de la troisième par la courbure de la face interne qui est concave. C'est souvent la forme de la face interne du pétiole des choux.

Le pétiole de la deuxième feuille a sa face interne rectiligne, limitée par de petites expansions : il rappelle un peu le pétiole du chou de Bruxelles ordinaire.

CHOUX VERTS

Chou fourrager cavalier. — La face interne du pétiole de la première feuille est concave, tandis que chez une feuille plus âgée, où la forme définitive est acquise, elle est légèrement convexe.

Le pétiole de la première feuille a deux très petits groupes de faisceaux libéro-ligneux et trois grands, dont le médian est plus considérable que les latéraux. La quatrième feuille comprend, en outre, deux groupes moyens de faisceaux libéro-ligneux.

Les éléments de la moelle, dans le pétiole de la première feuille, paraissent converger vers un point qui serait situé à l'extérieur de la face interne, du côté de la tige. Cela est peut-être dû à ce que ce dernier pétiole provient d'une plantule très jeune où les différents tissus de la tige sont encore disposés régulièrement ; ceux-ci ont passé dans la feuille sans subir de modifications.

Mais ce léger détail importe peu pour l'étude actuelle, qui s'occupe surtout de la forme du contour extérieur des pétioles et du nombre de groupes de faisceaux libéro-ligneux.

Le pétiole de la quatrième feuille du chou fourrager cavalier ressemble un peu à celui du *Br. oleracea* sauvage, mais la hauteur y est plus considérable par rapport à la largeur et la face interne fait légèrement saillie au dehors.

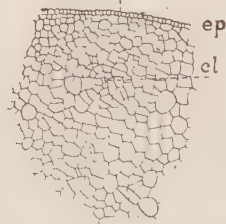


FIG. 33. — G. 150.

Les cellules de l'écorce et de la moelle augmentent régulièrement de calibre de la périphérie vers le centre et laissent entre elles de nombreux méats ; toutefois, les éléments du parenchyme qui se trou-

vent entre les groupes de faisceaux sont d'un diamètre plus petit.

Beaucoup de cellules de la moelle sont divisées en deux par une cloison ; ce cloisonnement s'opère dans tous les sens et semble quelquefois orienté autour d'un centre, comme en *cl* (fig. 33).

Nous avons observé la même disposition dans l'axe hypocotylé d'une autre plantule de chou cavalier.

Le pétiole possède sept groupes de faisceaux libéroligneux dont deux petits, deux moyens et trois grands : tous sont bien développés.

Le groupe médian, le plus considérable de tous, est réniforme et comprend huit faisceaux ; son plan de symétrie ne coïncide pas avec celui du pétiole.

Les éléments du tissu occupant l'intérieur de chaque groupe ont des parois seulement un peu épaissies, comme chez le *Br. oleracea*.

Chou frisé vert grand. — La forme du pétiole varie très peu de la première à la cinquième feuille ; cette forme est toujours à peu près celle d'un fer à cheval dont la hauteur est égale à la largeur.

Les tissus, en revanche, ne sont pas disposés de la même façon.

Dans le premier pétiole, pas d'assises de petites cellules bornant intérieurement l'épiderme ; pas de cellules de la moelle alignées presque régulièrement parallèlement au plan de symétrie, comme dans le pétiole de la cinquième feuille.

Les alignements, d'ailleurs, semblent provenir d'un

simple dédoublement de cellules et ne convergent pas vers un même point.

Le pétiole de la première feuille ne comporte que trois groupes de faisceaux libéro-ligneux, le médian étant sensiblement plus grand que les autres.

Dans le pétiole de la cinquième feuille, les deux ou trois assises les plus extérieures de l'écorce sont composées de petites cellules, comme chez tous les choux.

On distingue dans le pétiole deux très-petits groupes de faisceaux libéro-ligneux, un groupe moyen et trois grands groupes.

Les groupes latéraux ont une tendance à se diviser en deux et contiennent, comme le médian, de gros vaisseaux de bois.

Chou frisé rouge à pied court. — Sur la section transversale du pétiole de la première feuille, on voit que la face interne est relativement plus étendue que dans le pétiole de la cinquième feuille. Les petites cellules de l'écorce n'existent pas dans les pétioles les premiers formés.

Pour ceux-ci, dès la troisième feuille très jeune, la forme définitive est acquise et les groupes de faisceaux sont au complet, mais les rangées externes de petites cellules de l'écorce n'existent pas.

En sectionnant transversalement le limbe de la première feuille près du pétiole, de façon à obtenir une coupe un peu épaisse, mais ne comprenant toutefois pas plus d'une ou deux couches de cellules, on voit la disposition représentée par la figure 34.

rouge a une forme plus ou moins pentagonale à angles arrondis, surtout sur la face dorsale. La face interne est assez réduite et la plus grande largeur, à peu près égale à la hauteur, se trouve au niveau des grands groupes latéraux de faisceaux.

Ceux-ci sont très développés, de même que le groupe médian. Dans ce dernier, cinq faisceaux forment une étoile à cinq branches.

Les groupes moyens et petits sont assez réduits.

Chou palmier. — Chou noir. — La forme des différents pétioles varie peu dans le chou palmier. Si l'on compare la section transversale du pétiole de la première feuille à celle d'un pétiole plus âgé, on voit que la forme demi-circulaire de la première, où la hauteur est à peine inférieure à la largeur, s'est un peu aplatie dans la seconde.

Il en résulte, naturellement, que le pétiole de la quatrième feuille est plus large que celui de la première.

Celui-ci contient trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux, très rapprochés les uns des autres, et deux petits groupes.

Dans le pétiole de la quatrième feuille, les groupes latéraux sont, au contraire, très éloignés du médian. Deux groupes moyens, assez considérables, ont en outre fait leur apparition. L'un d'eux est réuni au groupe médian par une série de faisceaux isolés, ramifications se rendant dans les nervures. Ces faisceaux sont noyés dans un amas de petites cellules.

Les petits groupes sont peu développés.

Les vaisseaux du bois sont de gros calibre.

Chou moellier rouge. — En sectionnant le bourgeon terminal d'une plantule très jeune, on remarque que le pétiole de la première feuille *f* (fig. 35) est très arqué, très aplati et conserve cette forme même après s'être séparé de la tige.

Le pétiole de la deuxième feuille f , encore attaché à la tige, est déjà beaucoup plus ramassé sur lui-même et, lorsqu'il devient indépendant, il a un peu la forme d'un triangle isocèle à angles arrondis : c'est presque la forme définitive.

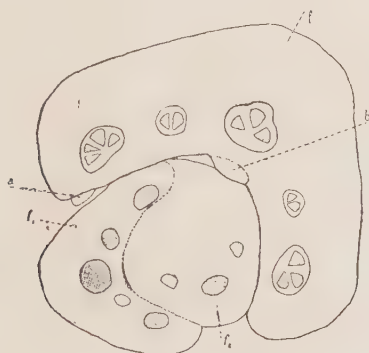


FIG 35. — G. 45

En *b* (fig. 35), à l'aisselle du pétiole, est un bourgeon qui y est encore accolé.

Le pétiole de la quatrième feuille ressemble à celui du chou fourrager cavalier ; il en diffère par sa face dorsale qui est beaucoup plus arrondie.

Les grands groupes latéraux sont plus considérables que le médian ; ils sont placés dans un plan perpendiculaire à la moitié de la hauteur du limbe, tan-

dis que chez le chou fourrager cavalier, ils sont plus rapprochés de la base.

Entre les groupes moyens et les groupes médian et latéraux, se trouve un parenchyme composé de cellules petites et allongées dans le sens radial.

Les cellules de la moelle sont à peine plus grandes que celles de l'écorce ; celle-ci a quelques cellules très grandes, noyées au milieu d'autres de plus faible diamètre.

Le groupe médian est constitué par la réunion de quatre faisceaux libéro-ligneux, tandis qu'on en compte cinq dans les groupes latéraux.

Dans tous, le tissu qui se trouve au centre est du même type que chez le *Br. oleracea* sauvage, c'est-à-dire à parois assez peu épaissies.

En *a* est une sorte de petite expansion du pétiole.

CHOUX-FLEURS

Chou-fleur demi-dur de Paris. — La plus grande différence qui existe entre le pétiole de la première feuille et celui de la troisième qui a acquis la forme définitive, consiste dans la concavité très marquée de la face interne du premier. Le développement de la moelle chez la plante plus âgée contribue beaucoup à modifier l'aspect du pétiole et à fixer la forme qui le distingue. Dans le pétiole de la première feuille, les groupes latéraux de faisceaux libéro-ligneux sont plus petits que le groupe médian.

Les groupes moyens sont très réduits. A chaque extrémité de la face interne existe un faisceau libéro-ligneux.

La forme de la section, sans la concavité de la face interne, serait celle d'un triangle équilatéral aux angles fortement arrondis.

La section transversale du pétiole de la troisième feuille se rapproche assez de celle du chou sauvage; mais chez le chou-fleur demi-dur de Paris, l'une des extrémités de la face interne, qui est à peine bombée vers l'extérieur, est limitée par une petite expansion latérale. A l'autre extrémité, il n'y a qu'une légère saillie vers l'extérieur.

Les grands groupes de faisceaux libéro-ligneux, bien développés, sont égaux en surface, mais le médian comprend cinq faisceaux disposés en demi-cercle, tandis que dans les latéraux il n'y a que deux grosses masses libéro-ligneuses réunies, au milieu, par un tissu aux membranes peu épaissies.

Les groupes moyens sont rudimentaires et les petits sont réduits à un seul faisceau.

Quelques cellules de l'écorce sont plus grandes que celles de la moelle, comme chez le chou moellier rouge.

Chou-fleur d'Alger. — Nous décrivons brièvement le pétiole de ce chou-fleur dont nous n'avons pas parlé dans notre étude du développement de l'axe hypocotylé.

La largeur de la section transversale est un peu plus considérable que la hauteur et, de chaque côté

de la partie dorsale existe une légère dépression.

La face interne, un peu échancrée près de l'une de ses extrémités, est limitée par deux expansions.

L'épiderme, l'écorce et la moelle présentent les mêmes caractères que chez tous les choux.

Les groupes principaux de faisceaux libéro-ligneux sont largement représentés, surtout le médian ; les petits sont aussi assez développés et il n'y en a pas de moyens.

Chou-fleur dur de Hollande. — La section transversale du pétiole de la première feuille ressemble à celle du même pétiole du chou-fleur demi-dur de Paris : seule, la hauteur est un peu plus grande que la largeur.

Les rangées externes des cellules de l'écorce sont toutes allongées dans le sens radial. Les éléments de l'épiderme ne diffèrent, ni par le diamètre ni par l'épaisseur des parois, de ceux de l'assise sous-jacente.

Chou-fleur dur de Hollande. — Il est difficile de distinguer le pétiole de ce chou-fleur de celui du chou fourrager cavalier ; celui-ci toutefois est un peu plus arrondi, moins allongé suivant le diamètre perpendiculaire au plan de symétrie.

La moelle du chou-fleur n'a pas les cloisonnements orientés autour d'un centre comme dans le chou fourrager ; les cellules de ce tissu ont le même diamètre que celles de l'écorce et laissent entre elles des méats, souvent à contour circulaire.

Le nombre des faisceaux des grands groupes libéro-

ligneux du chou fourrager est plus considérable et ces faisceaux sont plus espacés, moins soudés les uns aux autres.

Chez le chou-fleur, le groupe médian comprend moins de faisceaux que les latéraux. Les éléments du centre de ces groupes ont des parois très épaisses ; les fibres bordant extérieurement le liber ont les mêmes caractères.

L'un des groupes moyens manque, l'autre est assez réduit et les petits ne comprennent qu'un seul faisceau.

La forme du contour extérieur du pétiole n'est, en définitive, pas très éloignée de celle du *Br. oleracea* sauvage.

Chou-fleur géant d'automne. — La hauteur du pétiole de ce chou-fleur est presque égale à la largeur. Les cellules de la moelle sont grandes et supérieures, comme diamètre, à celles de l'écorce.

La face interne du pétiole, à peine bombée vers l'extérieur, est limitée, à chaque extrémité, par une petite expansion.

Les trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux sont énormes ; le médian est réniforme ; les latéraux s'étalent en éventail ; leurs faisceaux sont bien séparés les uns des autres par de petits rayons d'un tissu dont les éléments ont des parois relativement minces ; au centre des groupes, les éléments épaississent leurs membranes.

Les vaisseaux du bois sont de faible calibre.

De la première à la cinquième feuille, la forme du

pétiole varie peu. Seule la face interne est un peu plus restreinte et plus convexe pour le pétiole de la première feuille. Les groupes latéraux libéro-ligneux sont aussi moins importants que le médian.

Chou brocoli blanc bâtif (Chou-fleur d'hiver). — Le pétiole du brocoli représente un type à part, ne ressemblant à aucun autre. Il a la forme d'un pentagone dont l'angle du côté dorsal est un peu arrondi : les autres le sont à peine. La face interne est le plus grand côté du pentagone ; elle est légèrement convexe.

L'épiderme est composé de très petites cellules.

Dans la moelle, de grandes cellules sont comprises au milieu d'autres plus petites. L'écorce offre la même disposition, mais ses éléments sont un peu inférieurs, comme diamètre, à ceux de la moelle.

Les groupes de faisceaux sont remarquables par le développement des éléments à parois épaissies qui envahissent même les rayons situés entre les différents faisceaux, isolant ceux-ci les uns des autres.

Cette structure s'observe chez les pétioles du *Br. oleracea* sauvage les plus rapprochés de l'axe floral.

Tous les groupes sont bien représentés, surtout les petits et les moyens.

Le médian est formé par la réunion de quatre faisceaux et les latéraux en comprennent trois.

De nombreuses fibres bordent extérieurement le liber de chaque faisceau.

Dans la section transversale du pétiole de la première feuille, la hauteur est un peu plus considérable

que la largeur. La forme pentagonale, qui sera la forme définitive du pétiole à partir de la troisième feuille, est déjà presque indiquée. Ce pétiole possède trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux à peu près égaux ; deux petits groupes de faisceaux occupent les extrémités de la face interne. Les petites cellules externes de l'écorce n'existent pas dans le pétiole de la première feuille, tandis qu'elles sont nombreuses dans celui de la troisième. Nous avons vu que cette différence de disposition se retrouve chez tous les choux.

CHOUX-NAVETS

Chou-navet blanc hâtif, feuille entière. —

La forme de la section transversale du pétiole de ce chou-navet est, plus ou moins, celle d'un triangle équilatéral, aux angles arrondis. La face interne se termine, à chaque extrémité, par une expansion étroite et assez longue, recourbée vers la partie dorsale.

Chacune de ces expansions reçoit, pour le pétiole de la quatrième feuille, trois faisceaux libéro-ligneux noyés dans un parenchyme formé de très petites cellules.

La moelle a de grandes cellules ; celles de l'écorce sont un peu plus petites.

Les petits groupes de faisceaux libéro-ligneux sont bien développés ; les moyens manquent. Les

groupes latéraux sont inférieurs, comme étendue et par le nombre de leurs faisceaux, au groupe médian.

Celui-ci comprend six faisceaux disposés de façon à constituer un anneau fermé. Les groupes latéraux sont semi-circulaires.

Comme chez tous les choux, des éléments à parois épaisses bordent intérieurement et extérieurement tous les groupes.

Le pétiole de la première feuille ressemble si peu à celui de la quatrième, qu'ils semblent appartenir à deux plantes différentes.

Celui de la première feuille est beaucoup plus large que haut ; sa face interne est concave et les extrémités de la section transversale sont amincies.

Non seulement la forme varie, mais les tissus aussi sont disposés autrement.

Le groupe médian n'a pas de faisceaux libéro-ligneux disposés en anneau plus ou moins fermé, ce qui est le caractère distinctif du groupe des choux-navets et de celui des choux-raves. On voit par là l'importance qu'il y a à rechercher avant tout la forme réelle du pétiole d'une plante, si l'on veut le comparer à celui d'une autre plante.

Les cellules de l'écorce sont grandes ; celles de la moelle leur sont bien inférieures comme diamètre.

Les expansions latérales du pétiole de la quatrième feuille font défaut dans celui de la première ; il n'a que les trois principaux groupes libéro-ligneux.

Le pétiole de la seconde feuille est presque semi-

circulaire et, dès la troisième feuille, le pétiole est orné d'expansions latérales.

Chou-navet blanc. — Le pétiole de la cinquième feuille de ce chou-navet a une forme très arrondie ; seule la face interne, assez réduite, est presque rectiligne et une petite expansion limite l'une de ses extrémités.

Les trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux sont sensiblement égaux ; le médian forme un anneau complet, tous ses faisceaux étant soudés les uns aux autres. Au centre de cet anneau se trouve une petite plage d'éléments à parois épaissies.

Les fibres bordant extérieurement le liber restent groupées en cinq masses distinctes, correspondant aux cinq faisceaux soudés.

Les petits groupes de faisceaux libéro-ligneux sont importants ; les moyens manquent.

Rutabaga à collet vert. — La section transversale du pétiole de la quatrième feuille est en forme de fer à cheval.

L'épiderme est composé de cellules petites, plus ou moins arrondies, et dont les parois sont légèrement épaissies. Il est bordé intérieurement, sur la partie dorsale, de deux ou trois rangées de cellules dont les membranes sont également un peu fortes, cellules dont le diamètre augmente de la périphérie vers le centre.

Partout ailleurs l'assise épidermique seule de ce pétiole épaissit ses parois.

Les cellules de l'écorce sont à peine plus petites

que celles de la moelle qui sont alignées, d'une façon presque régulière, parallèlement au plan de symétrie du pétiole. Nous avons déjà vu cette disposition chez le chou frisé vert grand ; elle existe aussi chez le chou-navet blanc.

Les méats rectangulaires sont nombreux, tant dans l'écorce que dans la moelle.

Les petits groupes de faisceaux libéro-ligneux, importants, sont plongés en partie, comme chez presque tous les choux d'ailleurs, dans un amas de cellules de faible calibre.

Les groupes principaux sont bien représentés ; le médian a des faisceaux disposés en anneau, mais ceux-ci ne sont pas soudés les uns aux autres : des éléments à fortes parois les séparent en partie.

Le pétiole de la première feuille ressemble au pétiole de même ordre du chou-navet blanc hâtif, feuille entière : la section transversale, en forme de croissant, est très amincie à ses extrémités. Cependant, la différence de dimensions entre la hauteur et la largeur est moins grande que chez le chou-navet blanc hâtif.

Entre le groupe médian et les groupes latéraux se voit, de chaque côté, un faisceau libéro-ligneux. On ne peut pas assimiler ces faisceaux isolés à des groupes moyens, puisque ceux-ci n'existent pas dans les pétioles ayant acquis la forme définitive.

Rutabaga champion. — La forme de ce pétiole rappelle un peu celle du brocoli, mais les angles du pentagone sont ici plus arrondis.

La face interne est rectiligne ; une petite expansion recourbée vers la partie dorsale la termine à chacune de ses extrémités.

Les cellules de la moelle, de contour circulaire, laissent entre elles de nombreux méats ; elles présentent un certain alignement comme chez le chou frisé vert.

Le rutabaga champion est le seul des choux-navets étudiés possédant un groupe moyen de faisceaux libéro-ligneux dans le pétiole de la troisième feuille.

Le groupe médian de ce même pétiole n'a pas encore acquis la disposition en anneau.

Le développement des éléments aux parois épaisses est considérable à l'intérieur des groupes principaux.

CHOUX-RAVES

Chou-rave blanc hâtif de Vienne. — Le pétiole de cette plante possède la forme, assez difficile à définir, d'un triangle isoscèle aux angles arrondis, surtout celui de la partie dorsale, et dont la face interne est bombée assez fortement.

L'écorce et la moelle comprennent de très grandes cellules. Celles-ci, dans l'épiderme, sont d'un calibre un peu supérieur à celui de l'épiderme de la plupart des choux.

Les groupes moyens manquent dans le pétiole de la quatrième feuille ; les petits sont réduits à un seul faisceau très peu important, mais les trois groupes principaux sont énormes.

Le médian forme anneau complet ; non seulement ses faisceaux sont soudés les uns aux autres, mais les fibres extérieures au liber tendent à se réunir en une bande unique.

Cette disposition annulaire du groupe médian rapproche le chou-rave du chou-navet.

Le pétiole de la première feuille est très aplati ; sa section transversale représente une sorte de croissant ayant partout à peu près la même hauteur. La portion médiane de la face interne de ce croissant est rectiligne et les parties latérales font avec celle-ci un angle presque droit : nous voici bien loin de la forme du pétiole de la quatrième feuille.

Le pétiole de la première feuille possède trois groupes principaux de faisceaux ; entre eux se trouvent des amas libéro-ligneux si importants que nous hésitons à les considérer comme des faisceaux isolés : ce seraient des groupes moyens qui pourtant n'existent pas dans la forme définitive du pétiole.

On remarque que les feuilles du chou-rave, qui sont relativement petites, possèdent un appareil vasculaire très développé et où les éléments de soutien sont en grand nombre.

Chou-rave violet. — Comme dans le chou-rave blanc, la première feuille du chou-rave violet a un pétiole très aplati. Sa face interne est moins arquée que celle du pétiole du chou précédent ; les trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux sont largement représentés. Entre deux de ces amas on aperçoit un groupe moyen de faible dimension en

gmo. A chaque extrémité de la section transversale existe un petit prolongement *ap.* D'où viennent ces prolongements ?

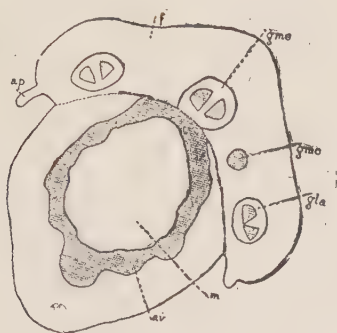


FIG. 35. — G. 25.

Déjà dans d'autres choux, dans presque tous même, nous avons vu sur des sections transversales de la tige, au-dessus des cotylédons, chez des plantes très jeunes bien entendu, que tous les tissus du cylindre central ne semblent pas uniquement destinés à former des feuilles ; çà et là se montrent des amas de cellules, sortes de résidus qui tantôt sont attachés à une partie de la plante, comme dans la figure 35, tantôt, au contraire en sont complètement indépendants.

La quatrième feuille a un pétiole dont la forme est à peu près celle d'un triangle isocèle dont les angles sont arrondis, surtout du côté dorsal. La face interne est convexe.

L'épiderme et les assises sous-jacentes possèdent les mêmes caractères que les tissus analogues des autres choux.

Les cellules de la moelle sont à peine plus grandes que celles de l'écorce ; elles sont toutes de plus faible calibre que chez le chou-rave blanc hâtif de Vienne. Comme chez ce dernier, elles ne diminuent guère de diamètre dans les espaces compris entre les groupes de faisceaux libéro-ligneux.

Ceux-ci sont au nombre de six : deux petits, trois grands et un moyen.

Les grands groupes sont très développés ; le médian est réniforme. Le pétiole de la quatrième feuille du chou-rave blanc hâtif de Vienne a déjà, dans le groupe médian, des faisceaux libéro-ligneux disposés en anneau et soudés les uns aux autres.

COLZA

Colza de printemps. — Les deux premières feuilles du colza sont en forme de croissant, comme celles de presque tous les choux. La face interne est plus arquée dans le pétiole de la première feuille que dans celui de la seconde.

Dès la quatrième feuille, la forme définitive du pétiole est acquise : c'est celle d'un fer à cheval dont la largeur égale la hauteur.

La face interne, légèrement bombée, est limitée à chaque extrémité par une expansion, chacune de ces expansions se dirigeant vers l'autre : cette disposition n'existe pas chez les choux.

L'épiderme et les assises sous-jacentes offrent les mêmes caractères que chez les choux.

Les cellules de la moelle sont à peine plus larges que celles de l'écorce.

Le pétiole comprend trois grands groupes de faisceaux libéro-ligneux, ressemblant à ceux du *Br. oleacea*, et deux petits groupes assez développés.

Près des expansions latérales se trouvent de gros faisceaux libéro-ligneux, chacun d'eux ayant déjà émis une ramification qui occupe le milieu de chaque expansion.

RADIS

Radis demi-long rose à bout blanc. — La section transversale du pétiole de la deuxième feuille montre que le pétiole n'est jamais aplati chez le radis. La troisième feuille possède déjà un pétiole qui ressemble à celui du colza. Le pétiole n'a que trois groupes de faisceaux libéro-ligneux, le médian étant supérieur aux deux autres. L'une des expansions latérales limitant la face interne bombée contient un faisceau tandis que l'autre en est privé ; dans le pétiole de la troisième feuille chaque expansion renferme un petit faisceau. L'épiderme est constitué par des cellules assez grandes, ayant à peu près toutes le même diamètre ; l'assise sous-épidermique lui ressemble, mais les éléments sont moins allongés dans le sens radial. L'écorce a de très grandes cellules, surtout à la partie dorsale ; la moelle renferme des éléments plus petits. Tous ces tissus sont mous comme ceux des Sinapis et du groupe Petsai-Chou de Chine.

SINAPIS

Sinapis alba. — Les deux premières feuilles ont leur pétiole aplati, comme la plupart des pétioles des *Brassica* ; puis la forme varie et dès la quatrième feuille elle est définitive. Le parenchyme cortical et la moelle sont mous, d'où grande difficulté de faire des coupes. Dans l'épiderme, à côté de petites cellules on en remarque de très grandes, surtout sur la face interne des expansions latérales ; dans les choux cela ne se voit jamais. La face interne de la section transversale du pétiole tend à être festonnée.

Dans les trois grands groupes, les faisceaux libéro-ligneux sont unis en masses compactes au lieu d'être séparés les uns des autres comme dans les *Brassica*. Deux petits groupes sont situés près des expansions latérales. Les premières feuilles très jeunes sont couvertes de gros poils courts unicellulaires.

Les expansions latérales du pétiole de la quatrième feuille, assez développées, se dirigent l'une vers l'autre, comme chez le colza de printemps ; elles reçoivent chacune un faisceau libéro-ligneux, ramification issue des groupes principaux. La forme de la section transversale, en faisant abstraction des expansions, est plus ou moins pentagonale ; les angles de ce pentagone sont arrondis.

Sinapis nigra. — Nous avons déjà montré dans l'étude du développement de l'axe hypocotylé, que la moutarde noire se rapprochait surtout de la mou-

tarde blanche et devait, par conséquent, être classée parmi les *Sinapis*.

La section transversale du pétiole de la quatrième feuille confirme ces observations. La forme de ce pétiole est presque la même que dans le *Sinapis alba* ; le nombre des groupes de faisceaux libéro-ligneux est le même.

La face interne du pétiole de la moutarde noire forme de petits festons dus à des cellules saillantes épidermiques et sous-épidermiques. Dans les deux *Sinapis*, le diamètre des cellules de l'épiderme n'est pas constant ; on voit de grands éléments à côté de petits : les premiers sont souvent quatre fois plus grands que les derniers ; *ce caractère ne se rencontre jamais chez les Brassica*. En définitive, le *Sinapis nigra* est au *S. alba* ce que le Petsai est au chou de Chine ; le *Sinapis alba* et le chou de Chine sont des formes régulières, *classiques*, s'il est toutefois permis de s'exprimer ainsi, tandis que le *Sinapis nigra* et le Petsai présentent plus de *fantaisie*.

Les pétioles des deux premières feuilles sont en forme de croissant ; ils montrent quelques gros poils unicellulaires ; les mêmes poils recouvrent les deux faces du limbe des feuilles.

Une section transversale du bourgeon terminal d'une plantule très jeune permet de voir, entre les différentes pièces composant ce bourgeon, des amas de tissus résiduels.

On remarque que ces résidus sont surtout appa-

rents chez les *Sinapis* et dans le groupe *Petsai-chou* de Chine.

GROUPE PETAIS-CHOU DE CHINE

Petsai. — Cette plante diffère beaucoup des choux et se rapproche du *Br. juncea*, qui lui-même ne ressemble guère aux autres *Brassica*. Les jeunes feuilles et pétioles ont beaucoup de leurs cellules épidermiques prolongées en larges poils ; ceux-ci disparaissent avec l'âge sur le pétiole et l'épiderme du quatrième pétiole est complètement lisse : les poils sont localisés sur les nervures de la face inférieure de la feuille et sur toute la face supérieure du limbe ; ils sont, en général, assez longs. Les premiers pétio-

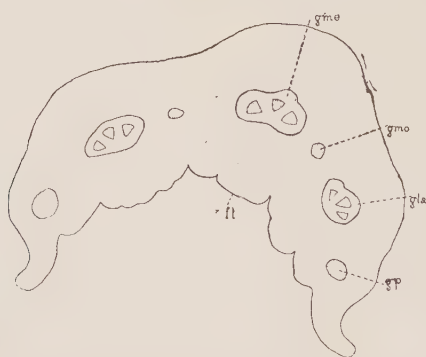


FIG. 37.— G. 35

les ont à peu près la forme de ceux des deux premières feuilles de tous les choux ; dès la troisième feuille, le pétiole s'aplatit et il se forme les expansions latérales si caractéristiques que l'on voit dans la figure 37.

On remarque combien la face interne du pétiole est curieusement découpée en festons (*ft* fig. 37).

L'épiderme a des cellules dont le diamètre est presque constant, mais de distance en distance quelques-unes sont un peu plus grandes que les autres, surtout sur la face interne.

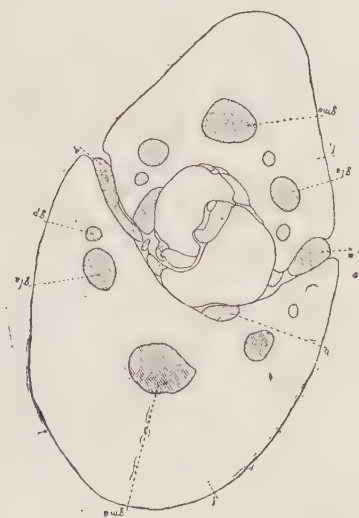


FIG. 38. — G. 25

Le pétiole de la première feuille n'a pas de groupes moyens de faisceaux libéro-ligneux ; celui de la deuxième feuille en possède un et il en existe deux chez celui de la quatrième feuille. Les groupes moyens, d'ailleurs peu importants, se réduisent à un seul faisceau.

Dans la figure 38 on voit en *a*, *a'*, et encore ailleurs, des amas de tissus qui semblent n'être que des résidus : leur forme n'est pas définie et la place qu'ils occupent n'est pas déterminée.

Toutes les pièces du bourgeon terminal de la jeune plantule, dont la section transversale est représentée par la figure 38, sont reliées entre elles par une sorte de gelée incolore. Traitée par une solution d'hypochlorite de soude, la gelée se dissout.

La coupe de la figure 38 a été simplement colorée par le brun Bismark et, après lavage à l'alcool, elle a été montée dans de la glycérine.

Une coupe, faite un peu au-dessous de celle dont il vient d'être question, présente des plages encore plus considérables de tissus accessoires ; sur la face interne du pétiole de la première feuille *f*, par exemple, se voit un bourrelet qui, dans la figure 38, est réduit à la portion *a*, .

Tous ces amas, dont on distingue bien les cellules, proviennent sans doute d'excroissances formées à la base des pétioles ; ils ne contiennent jamais d'éléments vasculaires.

Chou de Chine. -- Comme forme, le pétiole de cette plante se rapproche de celui du Petsai : c'est une sorte de croissant, aux extrémités amincies, et dont la largeur est plus de deux fois supérieure à la hauteur.

La partie dorsale est assez anguleuse ; la face interne, concave, même pour le pétiole de la quatrième feuille, forme quelques festons un peu moins prononcés que ceux du Petsai.

Le Petsai et le chou de Chine ont, dans leurs pétioles, le même nombre de groupes de faisceaux libéro-ligneux disposés de la même façon.

Les groupes moyens sont peu importants ; les petits leur sont supérieurs.

Dans les grands groupes, les tissus médian et interfasciculaire conservent leurs parois minces relativement ; les fibres extérieures au liber ont également des parois peu épaisses.

L'écorce du pétiole du Petsai comprend deux ou trois rangées externes de petites cellules ; celle du chou de Chine n'a guère qu'un rang d'éléments plus petits que les autres.

Les méats apparaissent en assez grand nombre dans la moelle des deux plantes, surtout dans celle du Petsai.

Chez l'une comme chez l'autre, l'écorce et la moelle ont des cellules de largeur moyenne.

Les deux premières feuilles du chou de Chine sont moins larges que les suivantes ; une section transversale pratiquée dans le bourgeon terminal d'une jeune plantule montre aussi, comme chez le Petsai, des amas de tissus intercalés entre les différentes pièces du bourgeon.

Ces amas se retrouvent chez tous les choux, notamment chez le chou-rave violet, mais pas aussi prononcés que dans le groupe Petsai — chou de Chine.

AUTRES PLANTES ÉTUDIÉES

Sinapis pekinensis. — Le pétiole et le limbe des feuilles sont couverts de gros poils unicellulai-

res. Le pétiole, dont la forme se rapproche de celle du *Sinapis alba*, a un épiderme dont les cellules n'ont pas toutes le même diamètre : ce caractère se retrouve dans les *Sinapis alba*, *Sinapis nigra* et *Sinapis arvensis*.

Brassica carinata. — Les pétioles de ce *Brassica* possèdent tous les caractères de ceux du *Br. oleracea* ; les cellules de l'épiderme, notamment, sont toutes de même calibre.

Brassica incana. — Les cellules de l'épiderme du pétiole de cette plante qui, nous l'avons déjà vu, pourrait être rattachée au groupe Petsai — chou de Chine, ont toutes à peu près le même diamètre. Sur la face interne de la section transversale, l'épiderme forme de petits festons. Dans les grands groupes les faisceaux sont réunis en une seule masse. De nombreux poils se montrent sur le limbe des feuilles et sur le pétiole.

Crambé. — Les cellules de l'épiderme du pétiole sont toutes de même calibre. Les faisceaux libéro-ligneux des groupes latéraux sont disposés en anneaux fermés. M. John Briquet (1) a observé une structure analogue dans le pétiole du *Crambe grandiflora*.

CONCLUSIONS

En classant les choux d'après leur degré de précocité, comme nous l'avons fait à propos du dévelop-

1. John Briquet, *loc. cit.*

pement de l'axe hypocotylé, nous voyons que dans le groupe des choux cabus, c'est le chou *quintal d'Alsace* dont le pétiole se rapproche le plus de celui du type primitif : nous savons déjà que c'est le moins hâtif des choux cabus.

Dans le même groupe, le pétiole dont la forme est le plus éloignée de celle du *Br. oleracea* se rencontre chez le *chou cabus très hâtif d'Etampes*, qui est le plus hâtif des choux cabus.

Dans ce groupe, pour les pétioles comme pour l'axe hypocotylé, la plante est donc modifiée en raison directe de la rapidité de son développement.

Pour le groupe des choux de Milan, les différences sont moins accentuées entre le *chou de Milan à grosse côte*, qui est le moins hâtif, et le *chou de Milan petit hâtif d'Ulm*, de précocité plus grande ; cependant, chez ce dernier, nous savons que le pétiole des deux premières feuilles est presque rond et que le cylindre central est alors rejeté de côté : ces caractères éloignent plus ce chou que le chou de Milan à grosse côte, du type primitif.

Le *chou de Bruxelles ordinaire*, plus hâtif que le *chou de Bruxelles nain*, est aussi celui qui diffère le plus du *Br. oleracea* sauvage.

Nous ne nous occuperons pas des choux verts, qui tous diffèrent les uns des autres et ne sont pas réunis en séries.

Même les deux choux frisés ne peuvent pas être rigoureusement comparés l'un à l'autre, à cause de leur différence de couleur, et la teinte, nous l'avons

vu à propos de l'axe hypocotylé du chou-rave violet, indique peut-être une différenciation toute spéciale.

Les pétioles de ces deux plantes ne ressemblent guère à celui du type primitif, et c'est celui du chou frisé vert, le plus hâtif, qui s'en éloigne le moins.

Avec le groupe des choux-fleurs et brocolis, nos observations se trouvent en défaut : c'est le chou-fleur demi-dur de Paris, le plus hâtif de tous, qui semble se rapprocher davantage de la plante-mère, par la forme de son pétiole. L'anatomie de ce groupe est d'ailleurs très troublée, nous l'avons déjà vu pour le développement de l'axe hypocotylé.

Dans la série des choux-navets, les différences ne sont pas très sensibles ; cependant le rutabaga champion, le moins précoce, a un pétiole dont la largeur est bien plus grande que la hauteur, comme chez le *Br. oleracea*. Pour le chou-navet blanc, le plus hâtif de tous, c'est à peine si la largeur l'emporte sur la hauteur.

Dans les choux-raves, nous savons que la comparaison entre eux n'est guère possible à cause de leur différence de couleur. Pourtant c'est le chou-rave violet, le moins hâtif, dont le pétiole est le plus voisin de celui du chou sauvage.

On peut conclure de cette étude, comme de celle de l'axe hypocotylé, que dans chaque groupe de choux, la forme du pétiole s'éloigne généralement de celle du pétiole du type primitif, en raison directe du degré de précocité de chacune des variétés du groupe.

Pour les choux cabus et pour les choux de Milan, ce sont les plus gros types de la série qui sont les moins hâtifs, tandis que les plus petits sont aussi les plus précoces.

On remarque que le pétiole du *chou cabus quintal d'Alsace* ressemble à celui du *chou de Milan petit hâtif d'Ulm*; ces deux variétés ont également le cylindre central de leur axe hypocotylé très allongé. Ces ressemblances, toutefois, n'indiquent pas le passage d'une forme à une autre, car alors le moins hâtif des choux cabus, groupe que nous savons être plus voisin du type primitif que les choux de Milan, donnerait naissance au plus hâtif des choux de Milan, ce qui serait contraire à notre interprétation de l'évolution de chaque série de choux.

Les pétioles, par leur forme et leur anatomie, peuvent-ils servir à classer les choux ?

Pour les cabus, tous ont un caractère commun : la largeur de la section transversale est plus grande que la hauteur. On peut en faire un groupe homogène.

Presque tous les choux de Milan n'ont pas de groupes moyens de faisceaux libéro-ligneux ; mais ils ne sont pas seuls à présenter ce caractère, que possèdent également les navets, par exemple ; or il n'est guère possible de rapprocher ces deux catégories. Nous savons que les pétioles des deux choux de Bruxelles étudiés ne se ressemblent guère.

Les choux-fleurs se rapprochent assez des choux de Milan par la forme de leurs pétioles et par l'absence de groupes moyens de faisceaux libéro-ligneux ; mais

le brocoli, évidemment proche parent des choux-fleurs, s'en éloigne par la forme de son pétiole.

Les choux-navets pourraient être caractérisés par leurs pétioles, dont les faisceaux libéro-ligneux du groupe médian sont disposés en anneau, si les choux-raves ne présentaient aussi cette structure.

En définitive le pétiole, par la forme de sa section transversale et par son anatomie, peut contribuer à grouper quelques choux ; mais il est absolument impossible de se baser sur ses caractères seuls pour établir une classification.

CHAPITRE III

DÉVELOPPEMENT DE LA RACINE PRINCIPALE

Dans les semis que nous avons faits à plusieurs reprises, l'axe hypocotylé de tous les choux était prolongé par un pivot, généralement assez long, qui donnait naissance à un chevelu plus ou moins abondant de racines secondaires.

Chez les choux-navets, l'axe hypocotylé et la partie de la racine la plus rapprochée de la tige étaient toujours épaissis de façon à former un petit navet ayant, au plus, 1 centimètre de diamètre. Un renflement un peu moindre des mêmes régions se notait souvent chez le chou-fleur.

Chez le chou de Chine, outre l'épaississement de la base du pivot, la racine principale, longue et grêle,

se renflait de distance en distance en produisant des tubercules de la grosseur d'une noisette.

Les racines de toutes les plantes que nous avons étudiées, choux ou autres, présentent dans le jeune âge les mêmes caractères ; le cylindre central, identique à celui de l'axe hypocotylé, est traversé, dans le sens de sa plus grande dimension, par une lame ligneuse alternant avec des faisceaux libériens.

L'écorce seule est beaucoup plus réduite que celle de l'axe hypocotylé et elle s'exfolie en partie.

Contrairement à l'axe hypocotylé, qui ne présente de caractères distinctifs que chez les plantes récemment germées, les racines n'offrent de différences que chez les individus âgés ; et ces différences sont généralement peu sensibles.

Nous savons que la partie inférieure du cylindre central de l'axe hypocotylé est de plus en plus développée à mesure que l'on s'éloigne de la région de l'étranglement ; dans la partie correspondant à la surface du sol, le cylindre central atteint ses dimensions maxima, puis sa section transversale va en diminuant de surface jusqu'à l'extrémité de la racine principale. La section du cylindre central, elliptique dans la jeune plante, tend ensuite à devenir circulaire.

Cette structure s'observe, bien entendu, chez les *Brassica* comme chez les *Sinapis* et *Raphanus*. Nous avons toujours comparé des plantes de même âge, les plus âgées ayant trois ou quatre mois.

Brassica oleracea sauvage. — La base du

pivot d'une plante adulte présente trois parties bien distinctes et concentriques :

1° L'une centrale, composée d'éléments de diamètre variable et à parois épaisses ;

2° La seconde, comprenant des cellules allongées dans le sens tangentiel, offre tous les caractères d'une assise génératrice ;

3° Enfin l'écorce limite extérieurement la racine.



FIG. 39. — G. 100.

Au milieu de la portion centrale persiste le bois primaire sous forme d'une lame ligneuse unissant les faisceaux primitifs. Ce bois primaire est entouré par des formations à parois épaissies et dans lesquelles se différencient çà et là de gros vaisseaux σ de bois. Ceux-ci sont quelquefois de section circulaire, d'autres fois de section elliptique allongée dans le sens radial (fig. 39).

L'assise génératrice *ag*, composée de cellules ayant la forme de rectangles très allongés dans le sens tangentiel et limités par de faibles membranes, occupe environ le quart de l'épaisseur de la racine.

Huit rayons médullaires secondaires, très étroits et assez peu marqués, partagent la racine en autant de secteurs ; ces rayons traversent l'assise génératrice mais ne la dépassent pas.

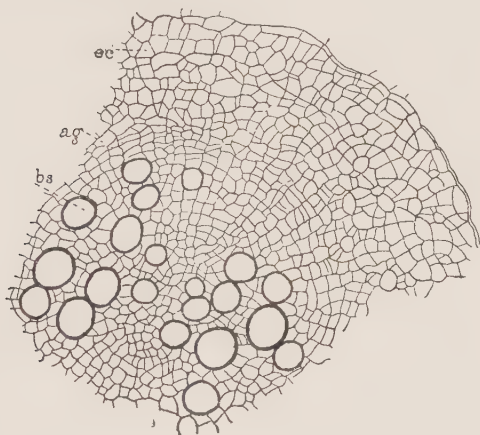


FIG. 40. — G. 100.

L'écorce a des cellules de dimensions irrégulières. Elle possède des éléments à très fortes parois *col* qui, le plus souvent, forment des groupes de distance en distance ; quelques-unes pourtant se trouvent isolées au milieu du parenchyme cortical.

Ces éléments, qui restent toujours celluloseux, fixent fortement les réactifs colorants, carmin aluné et brun Bismarck : ce sont des sortes d'éléments de collenchyme qui généralement sont placés assez près

de l'assise génératrice. La place qu'ils occupent n'est pas déterminée.

Les assises les plus externes de l'écorce *ec* s'exfolient.

A mesure que la racine augmente de longueur et s'éloigne par conséquent de l'axe hypocotylé, la bande de bois primaire du centre du cylindre central diminue d'importance.

Elle se distingue à peine des éléments voisins à une certaine distance de la base de la racine (fig. 40). Cette figure, comparée à la précédente, permet de remarquer que le calibre des vaisseaux du bois augmente à mesure qu'ils se rapprochent de la pointe de la racine.

Dans cette région le collenchyme ne se montre pas encore. L'écorce est relativement plus épaisse que dans la partie la plus voisine de l'axe hypocotylé.

CHOUX CABUS

Chou cabus de Brunswick. — La racine jeune de ce chou est remarquable par la grosseur des vaisseaux du bois, même dans une région rapprochée de l'axe hypocotylé.

Ces vaisseaux se différencient surtout perpendiculairement à la lame ligneuse primitive ; ils augmentent de calibre du centre vers la périphérie.

Le cylindre central conserve la forme elliptique de celui de l'axe hypocotylé.

Chez une plante adulte, les éléments du centre du cylindre central épaississent leurs parois, comme chez le chou sauvage ; mais l'épaississement commence surtout à partir d'une certaine distance de la bande ligneuse primaire.

Les rayons médullaires secondaires sont assez larges et bien apparents ; ils séparent huit secteurs. Le collenchyme, très développé, forme des groupes compacts vis-à-vis chacun de ces secteurs ; il ne s'en produit pas dans le prolongement des rayons médullaires.

Les cellules de collenchyme ont des membranes si épaisses que leur capacité intérieure disparaît.

A la périphérie de l'écorce existe une assise génératrice subéro-phellodermique dont nous n'avons pu déterminer exactement la position, l'exfoliation continuelle des formations extérieures de cette assise rendant toute observation impossible.

Chou cabus quintal d'Alsace. — Sa racine principale présente les mêmes caractères que celle du chou cabus de Brunswick, mais les vaisseaux du bois sont plus petits.

CHOUX DE MILAN

Chou de Milan petit hâtif d'Ulm. — La racine d'une plante ayant deux feuilles et un petit bourgeon n'est remarquable que par la forme du cylindre central qui est elliptique et très allongé perpendiculai-

rement aux faisceaux ligneux primaires. Les vaisseaux du bois ont les dimensions de ceux du chou sauvage.

Chou de Milan à grosse côte. — La racine d'une plante adulte n'a pas de rayons médullaires secondaires partant du centre pour se diriger vers la périphérie ; ce n'est que près de l'assise génératrice que l'on voit quelques bandes de tissu dont les membranes sont restées minces.

Les cellules de ces bandes ne sont d'ailleurs pas allongées dans le sens radial comme celles des rayons médullaires des choux cabus.

La région centrale, dont les éléments ont d'assez fortes parois, est très développée et montre des vaisseaux de bois, de calibre moyen, généralement disposés en files.

L'écorce et l'assise génératrice réunies n'occupent pas la moitié de l'épaisseur de la racine.

Le collenchyme, semblable à celui du chou cabus de Brunswick, est groupé en amas et en bandes plus ou moins sinueuses qui tendent à s'unir.

CHOUX DE BRUXELLES

Chou de Bruxelles ordinaire et chou de Bruxelles nain. — Les racines de ces deux choux diffèrent si peu de celles du chou Milan qu'il est inutile d'en faire une description complète. Nous dirons seulement que les rayons médullaires secondaires sont

un peu plus marqués et plus larges que ceux de la racine du chou de Milan à grosse côte.

A la périphérie de l'écorce se trouve une assise génératrice subéro-phellodermique.

CHOUX VERTS

Chou fourrager cavalier. — Sa racine principale ressemble à celle du chou sauvage, mais elle n'a pas de rayons médullaires secondaires.

Les vaisseaux du bois sont assez gros et se différencient dans un tissu dont les éléments ont de fortes parois. Les cellules de collenchyme sont du même type que celles du *Br. oleracea* primitif, c'est-à-dire qu'elles conservent un vide intérieur.

Chou frisé vert grand et chou frisé rouge à pied court. — L'anatomie de la racine principale de ces deux choux est semblable à celle du chou fourrager cavalier ; on y note la même absence de rayons médullaires, les mêmes cellules de collenchyme du type *Br. oleracea* sauvage ; seuls les vaisseaux de bois sont un peu plus petits.

Dans la partie externe de l'écorce existe une assise génératrice subéro-phellodermique.

Chou palmier. — Chou noir. — Dans la racine principale de ce chou, quelques rayons médullaires secondaires se montrent près de l'assise génératrice libéro-ligneuse. Les vaisseaux de bois, de calibre moyen, sont disposés en files radiales.

Des groupes de cellules de collenchyme tendent à s'unir pour former une bande continue extérieure au liber.

Quelques-unes de ces cellules conservent un vide intérieur, tandis que d'autres sont complètement fermées par le rapprochement de leurs parois.

Dans l'assise la plus externe de l'écorce, en contact avec l'assise génératrice subéro-phellodermique, se différencient, de distance en distance, des cellules isolées de collenchyme à vide intérieur.

Chou moellier. — Sa racine principale ne diffère de celle du chou précédent que par l'absence de rayons médullaires secondaires.

CHOUX-FLEURS

Chou-fleur demi-dur de Paris et chou-fleur dur de Hollande. — Chez ces plantes, les éléments de collenchyme apparaissent un peu plus tardivement que chez les choux étudiés jusqu'ici ; c'est peut-être ce qui permet aux choux-fleurs de renfler un peu la base de leur pivot.

Les racines des plantes adultes présentent les mêmes caractères que celles des choux de Milan.

Chou-fleur géant d'automne. — De bonne heure le cylindre central de sa racine principale perd la forme elliptique pour devenir circulaire. De gros vaisseaux de bois se différencient dans le tissu à parois épaisses occupant le centre du cylindre cen-

tral. Le calibre de ces vaisseaux augmente à mesure qu'ils se rapprochent de la périphérie.

Ils sont généralement de section transversale circulaire, mais quelques-uns sont allongés dans le sens radial.

Les formations collenchymateuses apparaissent assez tardivement, comme chez tous les choux-fleurs.

Brocoli. — Sa racine principale se distingue de celle des choux-fleurs par une réduction de calibre des vaisseaux du bois. Tous les autres caractères sont les mêmes.

CHOUX-NAVETS

Navet blanc hâtif, feuille entière. — Le chou-navet, comme l'on sait, présente à la base de sa racine un renflement qui devient considérable chez les plants repiqués et cultivés spécialement pour l'alimentation.

La base de la racine principale des choux-navets provenant de nos semis était d'un diamètre beaucoup plus réduit, naturellement, et encore le renflement n'apparaissait-il qu'à un certain âge.

L'anatomie du pivot d'une plante jeune, mais ayant déjà plusieurs feuilles, ne diffère de celle des autres choux que par la minceur relative des parois des vaisseaux de bois de la région centrale, vaisseaux dont le calibre n'est d'ailleurs pas considérable.

A ce stade, rien n'indique que dans l'écorce, des cellules vont se transformer en éléments de collenchyme.

Une coupe pratiquée dans la région épaissie de la racine d'une plante parvenue à l'état adulte montre que le milieu du cylindre central, très large, est occupé par un tissu dont les membranes sont de faible dimension.

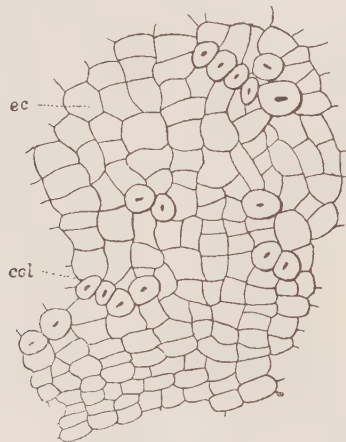


FIG. 41. — G. 75.

De distance en distance se différencient dans ce tissu des vaisseaux de bois souvent disposés en files radiales, d'autres fois isolés.

Dans l'écorce *ec*, des cellules de collenchyme *col* forment çà et là de petits groupes ; la cavité disparaît par suite du rapprochement des parois (fig. 41).

Une assise génératrice subéro-phellodermique borde extérieurement l'écorce.

Tous les éléments de la racine, quels qu'ils soient, restent cellulosiques.

Une section de la racine principale de la même plante, pratiquée à une certaine distance de la région

renflée du pivot, montre que les vaisseaux du bois augmentent de diamètre à mesure qu'ils s'éloignent de l'axe hypocotylé ; les parois de ces vaisseaux ne sont pas lignifiées.

Dans l'écorce, des cellules commencent à épaissir leurs membranes pour se transformer en cellules de collenchyme.

Rutabaga à collet vert. — Ce chou-navet possède tous les caractères du précédent ; les cellules collenchymateuses de l'écorce se montrent peut-être en plus grand nombre chez le rutabaga à collet vert et cette légère différence anatomique est la seule qui existe entre les racines des deux choux-navets.

CHOUX RAVES

Chou-rave blanc hâtif de Vienne. — De tous les choux, c'est le chou-rave dont la racine principale contient le plus d'éléments aux parois très épaisses.

Près de la base du pivot d'une plante adulte, le cylindre central du chou-rave hâtif de Vienne est entièrement envahi par des cellules de petites dimensions dont la cavité intérieure disparaît par suite du rapprochement des parois.

Des rayons médullaires secondaires, dont les cellules ont conservé leurs parois minces, séparent le cylindre central en un certain nombre de secteurs d'inégale étendue ; on trouve les éléments à parois très épaissies même entre les vaisseaux de bois du centre du cylindre central.

Dans une partie du pivot assez éloignée de l'axe hypocotylé, une section transversale montre la disposition que reproduit la figure 42.

Si l'on compare cette racine à celle du *Br. oleracea* sauvage (fig. 40), on voit combien la structure de cette dernière diffère de celle du chou-rave,

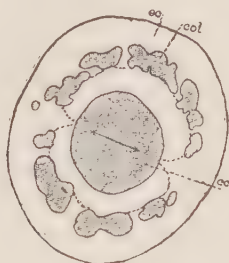


FIG. 42. — G. '45.

Dans la figure 42, on remarque que la portion de l'écorce *ec*, située dans le prolongement des faisceaux ligneux primaires (flèche centrale) ne renferme aucun élément à parois épaisses; le collenchyme *col*, comme nous l'avons déjà dit, se forme d'abord aux extrémités d'une droite perpendiculaire au milieu de la lame ligneuse primitive.

Le pointillé limite extérieurement l'assise génératrice.

Chou-rave violet. — Les éléments de collenchyme, quoique très nombreux encore, sont un peu moins abondants dans la racine de ce chou-rave que dans celle du précédent.

Au centre du cylindre central, deux petites plages de tissu *a, a*, dont les cellules ont conservé des parois relativement minces, se trouvent dans le pro-

longement des faisceaux ligneux primaires (flèche centrale).

Généralement les flots de collenchyme, *col*, de l'écorce sont situés vis-à-vis des secteurs du cylindre central *cc*, limité par une ligne pointillée.

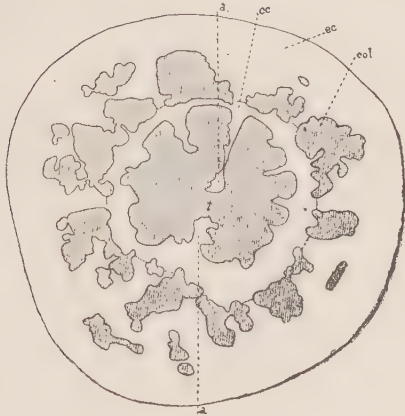


FIG. 43. — G. 45.

COLZA DE PRINTEMPS

La racine principale ressemble à celle des choux.

Le cylindre central n'a pas de rayons médullaires secondaires. Les éléments de collenchyme de l'écorce sont disposés en petits groupes ; ils sont comme ceux du *Br. oleracea* sauvage et conservent une cavité à l'intérieur.

La racine prend de bonne heure une forme circulaire.

SINAPIS

Sinapis alba. — La racine de ce Sinapis se dis-

tingue de celle des choux par une absence complète de collenchyme.

Tous les éléments de la racine ont des parois relativement minces, même les gros vaisseaux de bois du centre du cylindre central.

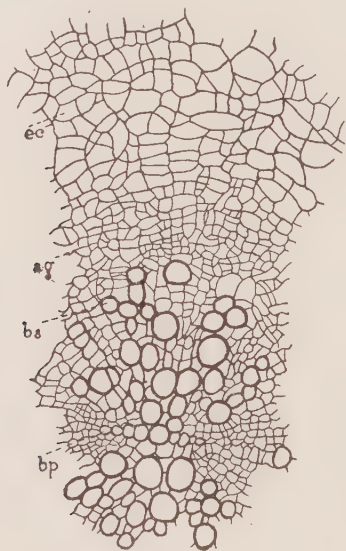


FIG. 44. — G. 45

Celui-ci prend rapidement un développement considérable, tandis que l'écorce est assez réduite.

Il n'y a pas de rayons médullaires secondaires mais, dans le cylindre central, les vaisseaux de bois se différencient assez tardivement dans le prolongement des faisceaux ligneux primaires *bp*.

Sinapis nigra.— Le pivot de la moutarde noire possède les mêmes caractères que celui du *Sinapis* précédent.

Le cylindre central y est encore plus développé, au détriment de l'écorce. De gros vaisseaux de bois à parois minces se différencient dans toute la région centrale de la racine, qui garde longtemps une forme elliptique.

Aucun élément de collenchyme ne se montre ni dans l'écorce ni ailleurs.

GROUPE PETSAL — CHOU DE CHINE

Petsai. — La racine principale du Petsai est remarquable par la grosseur des vaisseaux du bois, qui forment quatre groupes bien distincts, séparés par des larges rayons médullaires secondaires ; ceux-ci sont surtout marqués dans le prolongement des faisceaux ligneux primaires.

Les éléments du cylindre central, qui est bien développé par rapport à l'écorce, ont des parois assez fortes.

L'écorce ne renferme pas de collenchyme.

Chou de Chine. — Le groupement des énormes vaisseaux du bois en quatre amas distincts est moins marqué que chez le Petsai ; les rayons médullaires ne sont guère indiqués que dans la partie du cylindre central située dans le prolongement des faisceaux ligneux primaires ; et encore tendent-ils à s'effacer rapidement.

Les parois de tous les éléments de cette racine

sont plus minces que ceux du Petsai. Il ne se forme pas de collenchyme.

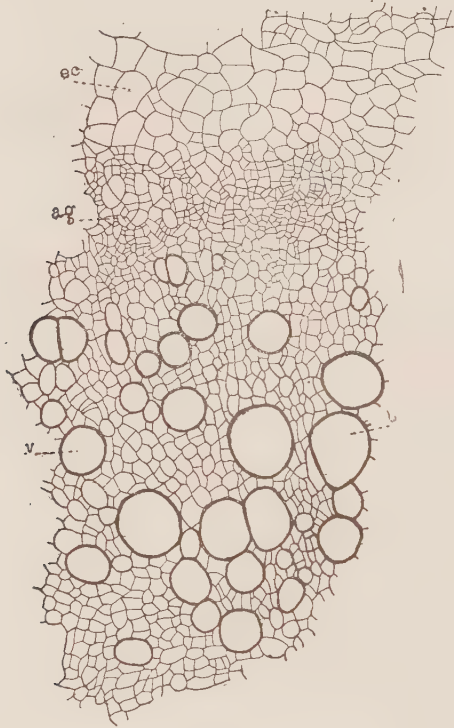


Fig. 45. — G. 100.

AUTRES PLANTES ÉTUDIÉES

Brassica carinata. — La racine de cette plante est identique à celle du *Brassica oleracea* sauvage, mais, même chez un individu âgé et ayant déjà fleuri, elle ne renferme pas de collenchyme. Celui-ci ne caractérise donc pas le genre *Brassica*.

Brassica incana et Sinapis pekinensis. —

Leur racine principale présente les mêmes caractères que celle du *Brassica carinata*.

Crambé. — Sa racine principale ressemble à celle du chou de Chine et ne possède pas de collenchyme. Les énormes vaisseaux du bois sont disposés en zones concentriques.

CONCLUSIONS

Les racines des plantes que nous avons étudiées peuvent, d'après leurs caractères, être classées en cinq groupes :

1° Le premier comprend le *Brassica oleracea* type, les *choux cabus*, les *choux de Milan*, *choux de Bruxelles*, *choux verts*. Dans ce groupe, les parties semblables des racines, cylindre central ou écorce, se développent à peu près de la même façon ;

2° Cette catégorie réunit les *choux-fleurs* et les *choux-navets* dont les éléments de collenchyme se montrent un peu tardivement ;

3° Les *choux-raves* dans lesquels le développement du collenchyme est énorme, constituent le troisième groupe ;

4° Les *Sinapis*, les *Brassica carinata* et *incana* caractérisés par leurs tissus dont les parois restent minces et par leur absence de collenchyme, forment la quatrième catégorie ;

5° Enfin le groupe *Petsai* — *chou de Chine* et le *Crambe* fournissent un cinquième groupement qui

se distingue par de très gros vaisseaux de bois. Le pivot de ces plantes ne contient pas de collenchyme.

On voit combien la classification basée sur les caractères de morphologie interne des racines diffère de celle indiquée par l'anatomie de l'axe hypocotylé.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET RÉSUMÉ

Maintenant que l'étude des caractères anatomiques des choux est terminée, pouvons-nous, avec les éléments que nous possédons, classer définitivement les variétés en indiquant le degré approximatif de parenté de chaque groupe avec la plante-mère ?

Une pareille classification, nous l'avons déjà dit, est bien délicate à établir, à cause des résultats différents que la culture a cherché à obtenir en modifiant tour à tour la racine, la tige, les feuilles, les bourgeons, l'inflorescence du *Br. oleracea* primitif; les changements de morphologie externe ont peut-être influencé la morphologie interne de façon à rendre toute comparaison impossible.

Le témoignage des auteurs anciens n'est pas non plus d'un grand secours, car les descriptions qu'ils nous ont laissées sont trop incomplètes pour qu'on puisse les prendre en considération; puis, en admettant que les plantes désignées par eux sous le nom de *chou*, le fussent réellement, elles ont, depuis, changé probablement d'aspect, sous l'influence de la culture. Le chou à feuilles lisses de Théophraste

est peut-être le chou cabus, tel qu'il était à l'origine, tandis que la variété frisée serait l'ancêtre des choux de Milan ou des choux frisés actuels ; mais nous ne voudrions pas prendre la responsabilité d'une pareille affirmation : nous préférons nous en tenir aux hypothèses déjà émises ci-dessus.

Tous les choux possèdent des caractères anatomiques communs qui peuvent être résumés ainsi :

1° Les formations secondaires des arcs libéro-ligneux, formations dues au fonctionnement de l'assise génératrice, s'étendent, dans l'axe hypocotylé, d'un bout à l'autre du cylindre central, de façon à envelopper latéralement les faisceaux de bois primaire, dans la région où la moelle commence à se montrer ;

2° Le cylindre central de l'axe hypocotylé d'une plantule ayant au moins un bourgeon terminal ou deux petites feuilles, a la forme de deux sortes de troncs de cône, à grandes bases elliptiques, accolés par leur petite base qui est circulaire. Les axes principaux des deux ellipses sont normaux entre eux ;

3° L'épiderme de l'axe hypocotylé contient des cellules faisant plus ou moins saillie vers l'extérieur ;

4° Dans la région de l'étranglement de l'axe hypocotylé, des vaisseaux de métaxylème, en nombre variable, prennent naissance au centre du cylindre central, puis vont se superposer au liber et contribuent, en partie, dans quelques variétés, à former les nervures latérales des cotylédons ;

5° Les faisceaux primaires de bois et de liber du

cylindre central de l'axe hypocotylé pénètrent dans les cotylédons en conservant la position alterne ;

6° L'épiderme des pétioles est toujours composé de cellules petites et ayant toutes le même diamètre, dans chaque variété ;

7° La racine principale de tous les choux contient des éléments de collenchyme.

Tant de points de ressemblance confirment l'opinion des auteurs attribuant aux choux une origine unique.

Quant aux différences, nous savons que les principales se trouvent dans la forme des faisceaux du liber primaire de l'axe hypocotylé, qui, dans la région de l'étranglement et dans celle, très voisine, où la moelle commence à se montrer, sont triangulaires, allongés ou assez allongés, tendent à rester divisés, le sont temporairement ou d'une façon longtemps persistante.

En se basant sur ces caractères pour apprécier le degré d'éloignement de chaque groupe de choux du type primitif, abstraction faite des variations apportées par la culture dans chacun de ces groupes, les choux cabus et presque tous les choux verts seraient les plus proches parents du *Br. oleracea*.

Les choux frisés, bien qu'appartenant à la catégorie des choux-verts, indiquent un état de différenciation plus avancée. Le chou moellier s'éloigne encore davantage.

Les choux de Milan seraient nés ensuite, produisant à leur tour les choux de Bruxelles.

Les choux-fleurs, à cause de leurs faisceaux libériens allongés dans la région de l'étranglement, pourraient être rapprochés des choux de Milan, mais leur anatomie troublée leur attribue une origine relativement récente.

Les choux-navets et choux-ravesse ressemblent par la forme de leurs faisceaux libériens et par la disposition annulaire du groupe médian libéro-ligneux de leurs pétioles, mais ils diffèrent les uns des autres par le nombre d'éléments collenchymateux de leur racine principale. Proviennent-ils d'un chou actuellement connu, chou cabus ou chou vert, ayant comme eux des masses libériennes triangulaires ? Sont-ils issus d'une variété aujourd'hui disparue ? Nous ne saurions le dire,

On remarque que les différences anatomiques des faisceaux libériens n'existent que chez des plantules récemment germées et seulement dans une portion très réduite de l'axe hypocotylé : cette région est celle où se modifie la structure de la base de l'hypocotyle et où le cylindre central, par l'apparition de la moelle, acquiert, en partie, la disposition qu'il aura dans la tige.

Les *Brassica* autres que ceux dérivant de l'espèce *oleracea*, étudiés par nous, ressemblent généralement aux choux, au point de vue de la morphologie interne. Seules, les racines présentent quelques différences. Quant aux *Sinapis*, leurs caractères distinctifs sont les suivants :

1° Les formations secondaires des arcs libéro-

ligneux ne s'étendent pas d'un bout à l'autre du cylindre central de l'axe hypocotylé et restent longtemps groupées vis-à-vis des faisceaux de liber primaire, laissant les faisceaux du bois primaire complètement isolés ;

2° Les cellules de l'épiderme des pétioles n'ont pas toutes la même dimension, pour chaque variété ;

3° La racine principale ne contient aucun élément de collenchyme.

Ces observations pourraient peut-être, dans les cas douteux, être utilisées pour la classification basée sur les caractères de morphologie externe.

Nous aurions voulu étudier un nombre plus considérable de Crucifères appartenant aux genres *Brassica* et *Sinapis* pour voir si, dans ces genres, quelques types se rapprocheraient du groupe *Petsai-chou* de Chine ; mais le cadre assez restreint de cette thèse ne nous a pas permis de pousser plus loin nos recherches.

On sait que le groupe *Petsai-chou de Chine* se rapproche des *Brassica* :

Par le nombre de nervures principales des valves du fruit ;

Il s'en distingue par les formations secondaires libéro-ligneuses de l'axe hypocotylé, qui non seulement s'étendent d'un bout à l'autre du cylindre central, mais encore passent derrière les faisceaux de bois primaire en gardant partout la même épaisseur : c'est le type *Brassica* poussé à l'extrême.

Il se rattache aux *Sinapis* par la constitution de

l'épiderme des pétioles dont les cellules sont de diamètre variable.

La présence de très gros vaisseaux de bois dans la racine principale relie le groupe Petsai-chou de Chine au Crambé.

Faut-il réunir ce groupe Petsai-chou de Chine au genre *Brassica* ou au genre *Sinapis*? Ni à l'un ni à l'autre, évidemment. Nous pensons qu'il devrait constituer un genre spécial auquel nous ne nous croyons pas l'autorité voulue pour donner un nom.

Nous terminons ici cette thèse, où il a fallu condenser en quelques pages un nombre considérable de recherches et de matériaux. Nous n'avons pu la mener à bonne fin que grâce aux conseils bienveillants de notre cher maître M. Gaston Bonnier, et au concours incessant de M. L. Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau. Ils nous permettront tous deux de consigner ici l'expression de notre reconnaissance la plus profonde.

ABRÉVIATIONS POUR LES LÉGENDES DES FIGURES

ec : écorce.

bp : bois primaire.

mx : métaxylème.

l : liber.

p : péricycle.

end : endoderme.

m : moelle.

n : métaxylème différencié tardivement.

fp : fibres péricycliques.

col : collenchyme.

Les dessins reproduisent tous des photographies
personnelles.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Géologie. — *Structure et composition géologique du Jura. Leurs relations avec l'orographie et l'hydrographie de la chaîne.*

Zoologie. — *Le pancréas des vertébrés. Anatomie comparée. Histologie.*

Vu et approuvé :

Paris, le 5 Juin 1907

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

PAUL APPELL

Vu et permis d'imprimer :

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,

L. LIARD

Imp. BONVALOT-JOUE, 15, rue Racine, Paris.

